

ISLÄGGNING OCH ISLOSSNING I SVERIGES INSJÖAR

AKADEMISK AVHANDLING

AV

J. V. ERIKSSON

POUR UN RÉSUMÉ FRANÇAIS VOIR P. 91



UPPSALA 1920

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI A.-B.

ISLÄGGNING OCH ISLOSSNING I SVERIGES INSJÖAR

AKADEMISK AVHANDLING

SOM MED TILLSTÅND AV VITTBERÖMDA FILOSO-
FISKA FAKULTETEN VID UPSALA UNIVERSITET
FÖR VINNANDE AV FILOSOFIE DOKTORSGRAD
TILL OFFENTLIG GRANSKNING FRAMSTÄLLES
Å DEN GEOGRAFISKA LÄROSALEN FREDAGEN
DEN 28 MAJ 1920 KL. 10 F. M. AV



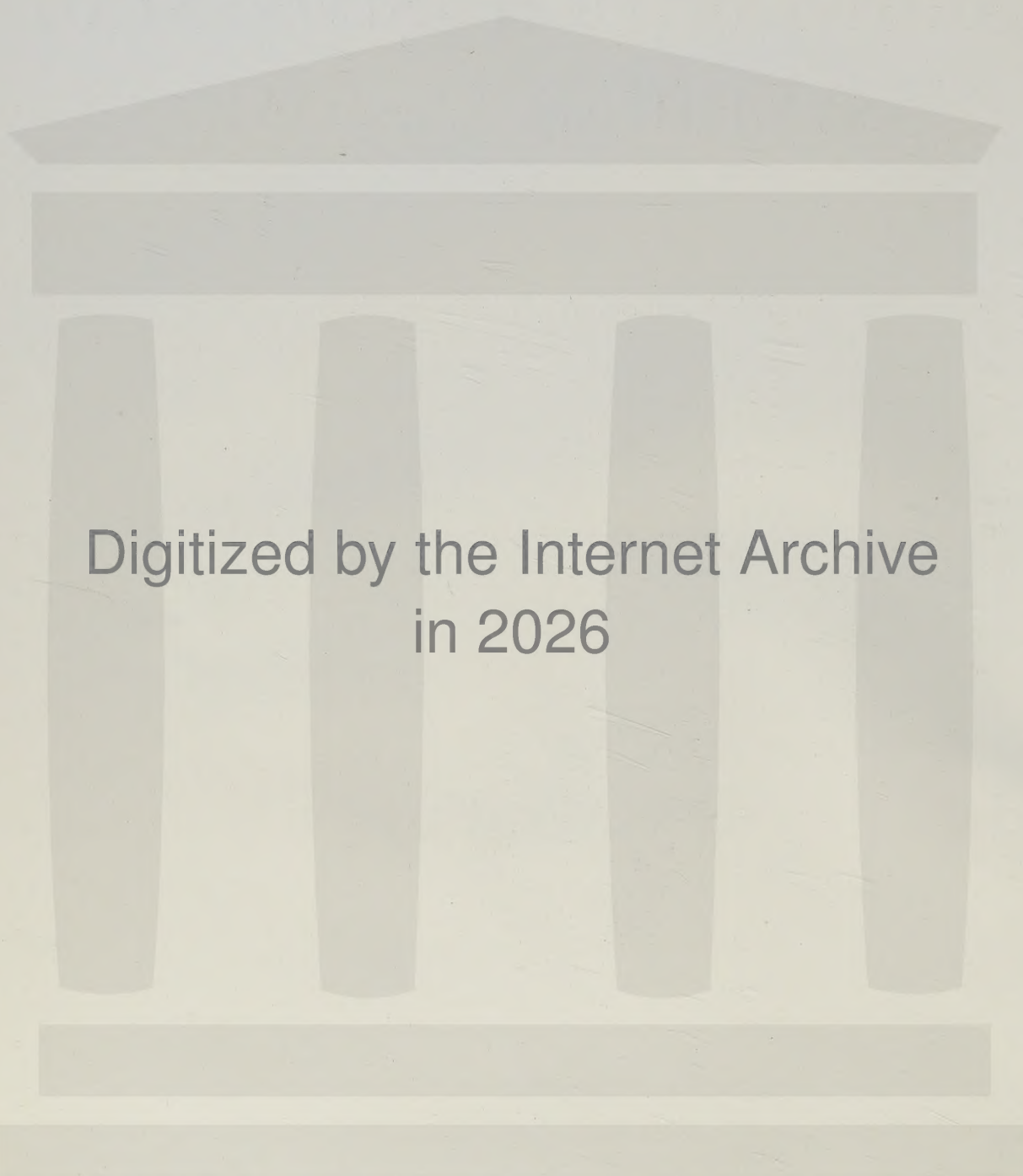
J. V. ERIKSSON

FILOSOFIE LICENTIAT AV VÄSTMANLANDS-
DALA LANDSKAP



UPPSALA 1920

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551518_0026

FÖRETAL.

Föreliggande arbete utfördes till sin huvuddel å Upsala Universitets Geografiska Institution åren 1917 och 1918. Materialet för tiden t. o. m. våren 1881 har tillhandahållits mig för bearbetning av Professor Emeritus H. H. HILDEBRANDSSON samt Meteorologiska Institutionens i Upsala nuvarande prefekt, professor FILIP ÅKERBLOM. Genom välvillig förmedling av] min högt värderade f. d. chef, professor AXEL HAMBERG i Upsala, bereddes mig också tillfälle att under min tjänstgöring som amanuens vid den Geografiska Institutionen i Upsala få bearbeta även den del av materialet, som tillhörde Statens Meteorologiska Centralanstalt i Stockholm och som därifrån ställdes till mitt förfogande av sagda anstalts dåvarande chef, professor NILS EKHOLM. Vissa efterarbeten och kontrolleringar ävensom undersökningarna rörande periodiciteten hos isläggning och islossning har jag genom tillmötesgående av min nuvarande chef, överdirektör AXEL WALLÉN, fått möjlighet fullborda hösten 1918 och våren 1920 under min tjänstgöring vid Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt i Stockholm. Likaledes har överdirektör WALLÉN välvilligt mottagit resultatet av mitt arbete till publicerande i sagda Anstalts publikationer.

Till alla dessa personer ber jag härmed få frambära mitt djupt kända tack.

Stockholm, Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, i maj 1920.

J. V. Eriksson.

Inledning.

Observationer rörande färskvattnens isläggning och islossning ha i de nordliga länder, där ett aktgivande på dessa företeelser kan vara av praktisk betydelse, sedan flera årtionden regelbundet insamlats, i främsta rummet genom resp. länders meteorologiska centralanstalter. I Sverige togs ett privat initiativ till dylika observationer av numera professor emeritus H. H. HILDEBRANDSSON i Upsala, som vintern 1870—1871 genom de olika länens hushållningssällskap lät insamla material från hela landet. De gjorda observationerna antecknades å utsända blanketter, vilka årligen vid midsommartiden insändes till Astronomiska Observatoriet och sedermera till den därifrån utbrutna Meteorologiska Institutionen vid Upsala Universitet. Från och med vintern 1881—1882 övertogs insamlandet av uppgifterna av Statens Meteorologiska Centralanstalt i Stockholm.

På samma sätt har för Norges vidkommande material av liknande art, ehuru kanske av mindre omfång kommit vetenskapen till godo. I Finland ha ävenledes mångåriga observationer över företeelserna ifråga utförts. Danmark är ju ett land av helt annan natur än Fennoskandia, och då företeelserna här sakna praktisk betydelse, synas de ha undgått uppmärksamheten; mig veterligen finnas från Danmark inga officiella uppgifter rörande färskvattnens isförhållanden. I Ryssland, som, om man bortser från de mycket stora insjöarna, likaledes lider brist på sjöar, bilda floderna alltsedan älsta tider viktiga pulsådor för samfärdseln mellan det vidsträckta väldets olika delar, och här har också ett regelbundet aktgivande på de farbara vattnens isförhållanden ägt rum. Man har från ett tiotal ryska stationer observationsserier, som sträcka sig över en tidrymd av mer än 100 år; Nevas isförhållanden hava antecknats ända från Petersburs grundläggning i början av 1700-talet och Dünas (vid Riga) sedan 1500-talets mitt, dock med åtskilliga luckor i serien.

För Sveriges vidkommande har man hittills saknat någon bearbetning, som omspänner längre tidrymder. De arbeten, som i den vägen utförts, äro i korthet följande. Redan den första vinterns observationer publicerades med synkronistiska kartor för såväl isläggning och islossning som för istäckets varaktighet (HILDEBRANDSSON 1872). På samma sätt offentliggjordes iakttagelserna från de båda följande åren (CRONVALL 1875), och slutligen gjordes en sammanställning av observationerna under sex år, från och med hösten 1871 till och med våren 1877 (HILDEBRANDSSON och RUNDLUND 1879). Alla dessa framställningar avhandlade endast insjöarna, dock med un-

dantag för de stora mellansvenska sjöarna, Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. Material hade emellertid insamlats om än i mindre mått rörande isförhållandena såväl i dessa sjöar som ock beträffande havet vid kusterna och de rinnande vattnen. Av dessa uppgifter ha endast flodobservationerna blivit föremål för en kortfattad bearbetning (SOLANDER 1882), även denna försedd med en islossningskarta. Sedan 1908 har Hydrografiska Byrån i Stockholm publicerat årliga kartor över isförhållandena i sin Årsbok.

De norska uppgifterna ha på ett synnerligen omsorgsfullt och förtjänstfullt sätt bearbetats av ANDREAS HOLMSEN (HOLMSEN 1902), som också sökt utreda de faktorer, vilka influera på företeelserna ifråga. Det finska iakttagelsematerialet behandlas i ett flertal specialuppsatser, dels i Finska Vetenskaps societetens förhandlingar, dels i Fennia, dels i Bidrag till Kännedomen om Finlands Natur och Folk, varjämte en islossningskarta publicerats i Atlas över Finland 1910. Den senaste av mig kända bearbetningen av det ryska materialet har utförts av RYKATCHEW i Atlas climatologique de l'empire de Russie, Pétersbourg 1900.

Överhuvudtaget torde kunna sägas, att det material, som blivit minst bearbetat, är det svenska. Visserligen finns en sexårsperiod mycket förtjänstfullt genomarbetad, men av flera skäl kan detta icke anses tillfyllest. Dels är överhuvudtaget då det gäller meteorologiska iakttagelser en tidrymd om blott sex år alltför kort för att man skall vinna en säker kännedom om företeelsernas natur, dels äro de företeelser, varom här är fråga, mer än de flesta liknande beroende av andra faktorer än rent meteorologiska eller om man så vill, mindre känsliga för väderlekens växlingar, varför ett material av större geografisk omfattning är av nöden. Helt naturligt är också, att företeelser, som blott en gång om året upprepa sig, kräva ett observationsmaterial av betydande temporär utsträckning.

Material.

Det material, som stått till mitt förfogande, är dels det av professor HILDEBRANDSSON insamlade för vintrarna 1870-71—1880-81, vilket förvaras på Meteorologiska Institutionen i Upsala och av prof. HILDEBRANDSSON samt Meteorologiska Institutionens nuvarande prefekt, prof. FILIP ÅKERBLOM, ställts till mitt förfogande, dels det för den följande tiden av Statens Meteorologiska Centralanstalt insamlade materialet, som tillhandahållits mig för bearbetning av förre chefen för sagda anstalt, prof. NILS EKHOLM.

Redan en ytlig granskning av detta material visar, att det till sin beskaffenhet är ytterst ojämnt och fördensskull ganska svårbearbetat. Detsamma har insamlats av observatörer ur alla samhällsklasser från knappt skrivkunniga lappar till personer med högre bildning, lärare, präster, godsägare, bruksmän och andra. Somliga observatörer ha gått till sitt uppdrag med stort intresse och i tydlig avsikt att göra sitt bästa. Deras uppgifter äro fördensskull fullständiga och pålitliga. Andra åter ha mera sett på den ringa ekonomiska valuta, de haft för sitt besvär, och man kan ofta nästan med visshet konstatera, att deras uppgifter blott äro »ungefärliga», måhända rent av

uppdiktade. I vissa fall äro observationerna mycket utförliga, exempelvis beträffande Nora-sjön i Örebro län; härifrån meddelas under 26 år noggranna uppgifter t. o. m. om olika delar av sjön, »norra delen», »södra delen», »åmynningen» etc. För Mossjön i Pelarne socken, Kalmar län, har observatören ibland antecknat även de yttre omständigheter, under vilka isläggning och islossning ägt rum: »stark storm», »—15° köld» etc. I de allra flesta fall finnes endast ett datum antecknat för företeelsens inträffande, utan att härvid angives, huruvida det är första eller sista gången för säsongen, som isläggning resp. islossning inträffar. Ibland äro dock även data för en första, andra, tredje etc. isläggning, resp. islossning angivna, utan att man kan vara fullt viss på att dylika anteckningar gjorts varje år. Alla dessa omständigheter försvåra jämförelsen och jämförelsen mellan materialet från olika stationer. Varje fall måste noggrannt kritiseras.

Uppfattningen av fenomenen är naturligtvis i hög grad subjektiv. En observatör anser sig böra anteckna datum för isläggning, då han första gången under hösten ser vattnet i vikar och vid stränder överdragas med en tunn ishinna, som måhända före kvällen försvunnit. En annan talar om isläggning först, då hela den öppna sjöytan definitivt lagt sig för vintern, kanske t. o. m. först då isen bär att gå på. I ett fall, där en längre serie finnes, från Betarsjön i Junsele socken, Västernorrlands län, är detta händelsen och meddelas av en slump på en av årsblanketterna. Samma divergens i uppfattningen gäller, dock i mindre grad, om islossningen. Denna företeelse förlöper ju relativt hastigt. Emellertid kunna stycken av den uppbrutna isen simma omkring i sjön eller bli liggande vid stränderna några dagar. Huruvida uppgiften gäller själva sönderbrytningstidpunkten eller den dag något senare, då sjön är ren även från simmande is, antecknas mycket sällan. Några intresserade observatörer meddela dock även islossningens olika faser: då isen blir okörbar, landlös, då den ej längre bär att gå på, då den brytes upp, omständigheterna härvid: storm, regn, tö etc. samt då sjön är fullt isfri.

Ibland har det mött stora svårigheter att på kartorna identifiera de observerade sjöarna. Av norrländska observatörer brukas under olika år lappska eller finska och svenska namn på samma sjö. Från Malå socken i Västerbotten talas omväxlande om Vuornajaur och Hornträsk, Duoldemjaur och Kokträsk o. s. v. Ett stort antal sjöar ha alls icke kunnat återfinnas på tillgängliga kartverk. Ofta rör det sig härvid tydligen om mycket små sjöar och tjärnar. Från Hult i Nottebäcks socken, Kronobergs län, meddelas långa observationsserier från ett flertal sjöar, bland annat från »Björnsjön», stundom kallad »Bosqvara-sjön». Intetdera namnet kan återfinnas på kartorna, och någon ort med namnet Boskvara tycks ej finnas i trakten. Från Ekelsjö i Bringetofta socken, Jönköpings län, finnas utförliga uppgifter från bl. a. »Bringetofta sjö», men just i närheten av Bringetofta existerar inom flera km:s radie ingen enda sjö.

HILDEBRANDSSON lät på sina första cirkulär fråga, huruvida några äldre observationer funnos, och anhöll om dessas insändande. På denna begäran erhöll han även en del svar. Sedermera ha ytterligare några dylika längre serier av observationer insänts och en del gamla serier ha fortsatts.

Den längsta sammanhängande islossningsserie, som stått till mitt förfogande, gäller sjön Östra Lägern på gränsen mellan Östergötland och Småland. Den räcker

från våren 1823 till våren 1886, således ej mindre än 63 år. Härvid är dock att märka, att uppgifterna för ett par år äro mycket obestämda. Våren 1838 uppges endast, att sjön »varit körbar i början av maj», och året därpå, att den gått upp i mitten av samma månad. Våren 1863 finnes intet annat angivet, än att sjön under vintern varit »gångbar endast i vikar». Från samma sjö finnas observationer för ytterligare 6 år, dock icke i följd, varjämte meddelas, att islossningen våren 1822 inträffat »tidigt». Isläggningsuppgifterna från Ö. Lägern äro ej fullt lika talrika, men omfatta dock 30 höstar i olika perioder. Observationerna härifrån äro gjorda av kammarjunkaren LEONARD RÄÄF. En annan lång serie meddelas från Noresund i Värmland, huvudsakligen efter anteckningar av brukspatron H. O. JUEL, och gäller de båda sjöarna Hugn och Ränken. Båda serierna räcka, ehuru med en del rätt långa avbrott, från 1812 till ett stycke in på 1880-talet. Överhuvudtaget finnas från Värmland proportionsvis långa och goda serier. Från den lilla sjön Kärn i Nyeds socken finnas sålunda isläggningsuppgifter från höstarna 1791—96 samt oavbrutet 1837—71. Islossningsuppgifterna sträcka sig över ungefär samma tider. De äldsta observationerna från Kärn härstamma från en brukspatron C. LENNARTSSON, de från 1800-talet från P. ERIKSSON i Råglanda, Nyed, allesammans insända af den senare. Från sjön Töck i Töcksmarks socken, nära norska gränsen, finns en serie observationer över såväl isläggning som islossning från och med vintern 1860—61 till och med vintern 1899—1900 (40 år) samt ytterligare från 3 vintrar, lämnade av ANDERS SVENSSON i Elovsbyn, vilken dessutom för en stor del av perioden gjort liknande anteckningar även rörande ett par närbelägna sjöar, Östen och Ärttjärnssjön, den senare ej angiven på kartorna. Från Möckeln vid Karlskoga har lämnats en serie observationer, börjande vintern 1848—49 och omfattande 34 år i följd, samt dessutom några strööbserverationer. Isförhållandena i Ösjön, Hjulsjö socken, Örebro län, ha iakttagits alltsedan vintern 1853—54 under 33 år i följd.

Från Öljaren, Julita socken, Södermanlands län, ha av major W. M. VON POST lämnats uppgifter för tiden 1848-49—1860-61; då observatören därefter flyttade till V. Vingåkers socken i samma län, antecknade han isförhållandena i den här belägna sjön Kolsnaren under perioden 1861-62—1898-99 (38 år i följd). Serien från Öljaren har sedan fortsatts av andra personer, så att isläggningsobservationerna nu omfatta sammanlagt 20 år, islossningsobservationerna 25 år. Säteriägaren C. EKEDAHL har alltsedan våren 1839 under 50 år (avbrott vintrarna 1885—86 och 1886—87) antecknat tiden för islossningen i Ekelsjö sjö i Bringetofta socken, Jönköpings län. Uppgifterna ifråga ha sitt stora intresse såsom härstammande från den högst belägna sjön på det småländska höglandet. Anteckningar rörande isförhållandena i Växjösjön hava insänts av lektor G. HAGLUND (»Utdrag ur HEURLINGS, EKSTRAND's och FORSSANDER's Meteorologiska iakttagelser i Växjö åren 1800—1866», tydligen fortsatta av insändaren) och gälla för isläggnings- under 34 år och för islossningen under 41 år, fördelade på perioden 1799—1881. Även från Halland finnas några långa serier, nämligen från Stora Horredssjön och den närbelägna lilla Kroksjön i Veddige socken, omfattande 28 år, dock med en lucka, samt från Sembsjön i Valinge socken med 33 års isläggnings- och 34 års islossningsobservationer, fördelade på många småperioder. Råbelövssjöns (Kristianstads län) isförhållanden hava iakttagits under 29 år i 3 perioder. Från Häckeberga sjö och Björkesåkra sjö i södra delen av Malmöhus län hava av skogsförvaltaren J. RYGÅRD

insänts uppgifter rörande isläggning och islossning under 31 år fr. o. m. vintern 1879—80 t. o. m. vintern 1910—11, dock med en lucka för vintern 1889—90.

Anmärkningsvärda äro också sådana serier, vilka omfatta ett större antal sjöar från en och samma trakt under någon längre tid. Genom dylika siffror får man en uppfattning om de olika meteorologiska och geografiska faktorer, som influera på isläggnings- resp. islossningstidpunkterna. Kapten H. VON HORSTEN, Jäxbo, Malma socken, har lämnat synnerligen vackra och fullständiga serier av observationer från ej mindre än 14 sjöar i gränstrakterna mellan Västmanlands och Örebro län under 18 år i följd med början vintern 1896—97. Likartade, ehuru ej fullt så omfattande serier finnas bl. a. från Almesåkra och Bringetofta socknar i Jönköpings län samt från Nottebäcks socken i Kronobergs län. I allmänhet ha dock observatörer, som från början iakttagit ett större antal sjöar, så småningom tröttnat och icke konsekvent genomfört sitt ursprungliga program.

Antalet sjöar, från vilka serier av över tio års längd finnas, äro sammanförda i nedanstående tabell, fördelade på sina resp. län:

L ä n	I s l ä g g n i n g					I s l o s s n i n g						
	10—15 år	16—20 år	21—30 år	31—40 år	41—50 år	10—15 år	16—20 år	21—30 år	31—40 år	41—50 år	51—60 år	61—70 år
Norrbottens	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—
Västerbottens . . .	13	1	1	—	—	12	2	2	—	—	—	—
Västernorrlands . .	8	2	—	—	—	10	1	1	—	—	—	—
Jämtlands	10	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
Gävleborgs	1	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	—
Kopparbergs	5	4	1	—	—	5	4	1	—	—	—	—
Värmlands	5	4	2	—	3	4	2	4	1	2	1	—
Örebro	7	1	3	2	—	14	1	3	2	—	—	—
Västmanlands . . .	6	15	—	—	—	6	15	—	—	—	—	—
Upsala	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Stockholms	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
Södermanlands . . .	4	1	—	1	—	5	—	1	1	—	—	—
Östergötlands . . .	3	—	1	2	—	4	—	—	2	—	—	1
Skaraborgs	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Älvsborgs	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Göteborgs o. Bohus .	—	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
Hallands	9	—	2	1	—	8	—	2	1	—	—	—
Jönköpings	18	2	—	—	—	13	4	—	—	1	—	—
Kronobergs	15	—	4	1	—	16	1	4	—	1	—	—
Kalmar	1	1	2	—	—	1	1	2	—	—	—	—
Kristianstads	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Malmöhus	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—
Summa	111	36	19	9	3	117	37	22	9	4	1	1

Uppgifterna äro rätt ojämnt fördelade såväl till tiden som geografiskt över landets olika delar. Serier äldre än 1870 äro, som framgår av det föregående, mycket sparsamma. Sedan man från de första vintrarna på 1870-talet fått ett rätt stort material, slappnar tydligen intresset, och observationerna från 1880- och 1890-talen äro betydligt tunnsådda. Först efter Hydrografiska Byråns inrättande 1908 har materialet åter börjat ökas. Nedanstående tabell utvisar antalet observationer under de olika skedena:

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1790—91	—	1	Transport 46	71	Transport 2 575	3 120		
91—92	1	1	1835—36	1	4	1877—78	222	223
92—93	1	1	36—37	—	2	78—79	179	188
93—94	1	1	37—38	2	2	79—80	215	222
94—95	1	1	38—39	1	3	80—81	175	181
95—96	1	1	39—40	1	3	81—82	121	139
96—97	1	—	40—41	1	3	82—83	114	123
99—1800	1	1	41—42	1	3	83—84	108	120
1800—01	1	1	42—43	1	3	84—85	114	121
01—02	1	1	43—44	1	5	85—86	72	75
02—03	1	1	44—45	2	4	86—87	53	59
03—04	1	1	45—46	2	3	87—88	58	60
04—05	1	1	46—47	3	5	88—89	45	45
05—06	1	1	47—48	2	6	89—90	39	43
06—07	1	—	48—49	5	7	90—91	76	89
07—08	1	—	49—50	7	7	91—92	81	86
08—09	1	—	50—51	5	8	92—93	77	83
09—10	1	—	51—52	4	8	93—94	60	74
10—11	1	1	52—53	5	7	94—95	48	57
11—12	—	1	53—54	5	8	95—96	44	52
12—13	2	3	54—55	9	11	96—97	41	43
13—14	1	1	55—56	9	12	97—98	46	47
14—15	—	2	56—57	11	13	98—99	68	126
15—16	1	1	57—58	9	12	99—1900	125	127
16—17	1	2	58—59	11	12	1900—01	112	116
17—18	1	1	59—60	13	16	01—02	78	94
18—19	—	2	60—61	13	16	02—03	77	73
19—20	2	3	61—62	14	22	03—04	61	68
20—21	2	3	62—63	15	20	04—05	57	63
21—22	—	1	63—64	16	20	05—06	58	61
22—23	2	3	64—65	16	22	06—07	48	47
23—24	2	3	65—66	17	22	07—08	42	43
24—25	1	3	66—67	18	30	08—09	122	169
25—26	1	3	67—68	18	28	09—10	188	205
26—27	2	2	68—69	18	29	10—11	220	234
27—28	1	3	69—70	18	29	11—12	220	247
28—29	2	2	70—71	186	447	12—13	250	256
29—30	1	3	71—72	472	474	13—14	231	228
30—31	1	2	72—73	407	484	14—15	221	231
31—32	1	3	73—74	387	380	15—16	205	214
32—33	—	3	74—75	321	326	16—17	168	172
33—34	1	3	75—76	240	246			
34—35	3	4	76—77	242	287			
Transport 46		71	Transport 2 575		3 120	Summa 7 114		8 024

Isläggningssuppgifterna utgöra således inalles 7 114 och islossningssuppgifterna 8 024, tillsammans 15 138 observationer. Härtill komma ytterligare några hundra, som dock på grund av tydlig mindrevärdighet måst utrangeras. Ej heller äro i detta antal inräknade de observationer, som finnas från en del större sjöar, t. ex. de stora norrländska sjöarna, Hornavan, Uddjaur och Storavan, Storuman och Malgomajsjön, samt från Tåsjön, Storsjön i Jämtland, Dellensjöarna och en hel del liknande i södra och mellersta Sverige, t. ex. Siljan, Runn, Glafs fjorden, Stora Le, Lelången, Skagern, Båven, Yngaren, Boren, Glan, Sommen, Bolmen och Helgasjön i Småland. Likaledes finnas en del anteckningar från de ännu större mellansvenska sjöarna, Väneren, Vättern, Mälaren och Hjälmaren, vilka av helt naturliga skäl icke medtagits i här föreliggande beräkningar.

De äldre bearbetningarna av det insamlade materialet ha tillgått så, att hela landet indelats i ett mindre antal områden. Inom vart och ett av dessa har man av de inom området gjorda observationerna bildat ett medeltal, som placerats i områdets centrum, och efter de på så sätt utlagda siffrorna ha därefter på kartan dragits isokroner för företeelserna. HILDEBRANDSSON indelade sålunda i sitt första arbete landet i 25 distrikt för beräklandet av isläggnings, i 20 distrikt för beräklandet av islossningen. CRONVALL använde sig för samma ändamål av en indelning (lika för isläggning och islossning) i 28 distrikt. Vid den längre tid omfattande bearbetningen av HILDEBRANDSSON och RUNDLUND indelades landet i 27 områden.

Vid det 16. Skandinaviska Naturforskarmötet i Kristiania 1916 redogjorde jag i korthet för en preliminär genomarbetning av det vida större material, som stått mig till buds, och demonstrerade samtidigt också kartor över tiderna för isläggnings och islossnings inträdande i landets olika delar (ERIKSSON 1918). På grund av det rikligare materialet hade jag vid uppgörandet av dessa kartor kunnat indela landet i ej mindre än 133 områden, dessa något större i Lappland än i det övriga Sverige på grund av de glesare observationerna. För varje område summerades alla tillgängliga siffror, och medeltalet av dessa placerades mitt i området, varefter isokronkurvor uppdrogos. Givetvis måste emellertid ett dylikt summariskt tillvägagångssätt medföra en viss osäkerhet hos resultatet. Min avsikt var ock att vid den slutgiltiga bearbetningen förfara på annat sätt.

Ett experiment att uppkonstruera isokroner med användande endast av de längre observationsserier, som finnas från enstaka sjöar, gav emellertid ett ej fullt tillfredsställande resultat. Särskilt befanns den geografiska fördelningen av dessa sjöar över landets yta vara alltför ojämn. Ej heller kunde på detta sätt de skiftande faktorer, som i olika hög grad influera på varje särskild sjös isförhållanden, erhålla en rättvis fördelning.

De i föreliggande arbete meddelade kartorna (fig. 8, 11 och 12) över tiden för isläggnings och islossnings inträdande ävensom istäckets varaktighet i olika landsändar hava fördenskull uppgjorts efter ännu en tredje metod, vilken visat sig ge ett jämförelsevis ganska gott resultat. Sjöarna från en och samma eller några närbelägna observationsstationer hava sammanförts, medeltalet för varje särskild *år* har beräknats, och medeltalet av de så beräknade *årsmedia* har utlagts på kartan vid en punkt, belägen mitt i observationsområdet. De influerande faktorernas (höjden över havet, arealen, djupet etc.) inverkan har på detta sätt utjämnats. Framhållas bör, att vid ett sådant tillvägagångssätt de långa serierna varit snarare till nackdel än till fördel. Dessa serier förekomma ju oftast enstaka, och då en dylik dominerar vid fastställande av punktens medeltal, få naturligtvis de just för denna sjö bestämmande faktorerna ett otillbörligt stort inflytande på detta. I sådana fall har vid punktplaceringen hänsyn också måst tagas till den dominerande sjöns läge, i det punkten måst utsättas i dennas närhet.

De på sagda sätt åstadkomna punkterna utgöra till antalet 157, och deras fördelning på de olika länen framgår av nedanstående tabell:

L ä n	Antal punkter	Antal sjöar	Isläggning		Islossning	
			Antal år (med.)	Antal obs.	Antal år (med.)	Antal obs.
Norrbottens	13	136	11	375	11	393
Västerbottens	14	128	14	554	15	607
Västernorrlands	10	135	14	350	16	493
Jämtlands	14	123	10	362	11	388
Gävleborgs	7	93	15	197	16	223
St. Kopparbergs	13	192	15	576	16	669
Värmlands	10	177	26	676	29	831
Örebro	8	129	23	568	25	647
Västmanlands	4	46	18	424	19	423
Upsala o. Stockholms	10	109	14	357	14	400
Södermanlands	5	80	21	291	21	329
Östergötlands	8	90	17	358	23	441
Skaraborgs	3	22	16	75	17	79
Älvsborgs	8	74	13	190	16	210
Göteborgs o. Bohus	2	37	18	143	18	145
Hallands	4	44	23	286	23	284
Jönköpings	8	103	18	534	24	584
Kronobergs	6	70	20	463	24	528
Kalmar	4	50	18	191	20	205
Blekinge	1	4	2	2	3	3
Kristianstads	3	15	16	65	16	66
Malmöhus	2	7	19	77	19	76
Summa	157	1 864		7 114		8 024
Med.		12	16		18	

Beträffande denna översikt kunna göras ännu ett par påpekanden. Från Blekinge län finnas observationer från endast 4 sjöar, i Kyrkhults och Öljuhults socknar, och dessas isförhållanden ha endast under 2—3 år iakttagits. En dylik tidrymd är naturligtvis alldeles för kort för att några säkra medeltal skola kunna erhållas. Uppgifterna ha medtagits endast för att fylla en lucka i punktnätet, och något större avseende får ej fästas vid siffrorna ifråga. I övrigt uppgår antalet observationsår i genomsnitt för varje punkt till 16 för isläggningen och 18 för islossningen, siffror av någorlunda tillfredsställande valör enligt vad nedan skall visas. I enstaka fall ha dock även i det övriga Sverige måst medtagas serier av mycket ringa temporär utsträckning. Antalet sjöar pr punkt uppgår i genomsnitt till 12 st. I några få fall bestämmes, såsom ovan har antytts, punktens isläggningss- resp. islossningssiffra av en enda eller huvudsakligen av en enda sjö. Detta är t. ex. händelsen med Nyeds socken i Värmland, där den långa serien från sjön Kärn dominerar. I andra fall åter uppgår det antal sjöar, efter vilket punktens medeltal kunnat beräknas, till 50—60, varvid naturligtvis den allra största delen av materialet utgöres av ströobservationer. Av skäl, som nyss påpekats, måste ett dylikt medeltal anses vara relativt gott. Från Skaraborgs, Kristianstads och Malmöhus län är såväl sjöantalet som antalet observationer ganska obetydligt, vilket torde böra tillskrivas dessa läns relativa sjöfattigdom. Observationerna från Upsala och Stockholms län hava sammanslagits till 10 punkter. Punkternas verkliga fördelning i förhållande till länsgränsen framgår av kartorna. Slutligen kan i detta sammanhang påpekas den omständigheten, att såväl seriernas medellängd som det absoluta antalet observationer är större för islossningen än för isläggningen. Den förra företeelsen tilldrar sig också folks uppmärksamhet i betydligt högre grad än den senare. Dels

försiggår isläggningsen långsammare, ofta i flera faser och repriser, under det att islossningen i allmänhet inträffar och fullbordas mycket hastigt och markerat. Dels betecknar islossningen i högre grad än isläggningsen en vändning i traktens klimat; då isen i sjön smält, vartill åtgår en myckenhet värme, stiger temperaturen i dess omgivningar hastigt, och våren börjar på allvar.

Som av det sagda framgår, rör det sig för kartornas konstruktion om medeltal. Det är då av stor vikt att konstatera dessa medeltals säkerhetsgrad. För detta ändamål har jag för ett mycket stort antal observationsserier först beräknat medelamplituden enligt formeln

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}},$$

där v = de olika observationernas avvikelser från medeltalet, n = antalet observationer för sjön ifråga. Härur har sedan medeltalets medelfel beräknats enligt formeln

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}};$$

För en del längre serier från landets skilda delar anföras här dessa tal för såväl isläggning som islossning ävensom för istäckets varaktighet. Medeltalet betecknas med L , och n = antalet observationer. Med isläggning förstås här liksom i allmänhet i det följande den *första* isläggningsen om hösten och med islossning den *sista* (definitiva) islossningen om våren. Isläggningsens inträffande uttryckes i antalet dagar *före* årsskiftet och islossningsen i antalet dagar *efter* årsskiftet, detta för att undvika de olägenheter, som följa av månadernas olika längd samt av skottåren. Tiden för istäckets varaktighet kan naturligtvis erhållas genom sammanslagning av L för isläggningsen med L för islossningsen, och medelamplitud samt medeltalets medelfel skulle då kunna erhållas på liknande sätt. Emellertid har jag ansett det lämpligare att här beräkna istäckets varaktighet direkt, d. v. s. för varje år lägga ihop sammanhörande tal för isläggning och islossning och ta medeltalet ur de så erhållna summorna. M och m ha sedan för varje fall beräknats på sätt, som nyss beskrivits.

Sjö	Isläggning				Islossning				Isvaraktighet			
	n	L	m	M	n	L	m	M	n	L	m	M
<i>Norrbottens län:</i>												
Koskats träsk, Jokkmokks socken	9	78	8.7	2.9	9	144	7.2	2.4	9	222	11.8	3.9
Vikträsket, Piteå socken	14	69	11.5	3.1	13	135	8.9	2.6	13	203	13.0	3.0
Aisjaur, Arjeplogs socken	13	56	7.6	2.1	13	159	8.3	2.3	12	215	9.5	2.7
Rånträsket, Råneå socken	11	66	11.4	3.4	11	138	8.7	2.6	11	204	15.3	4.6
<i>Västerbottens län:</i>												
Bergvattnet, Dorotea socken	22	56	14.6	3.1	22	141	10.0	2.3	22	197	15.2	3.2
Tavelsjön, Umeå socken	16	55	14.1	3.5	16	135	11.4	2.9	16	190	16.0	4.1
Jörnträsket, Jörns socken	15	68	10.8	2.8	16	140	9.1	2.3	15	208	14.7	3.8
Segursjön, Sävars socken	10	54	13.2	4.2	10	140	11.5	3.7	10	194	14.4	4.6
Svarttjärn, Sävars socken	10	58	3.6	1.2	10	141	12.4	3.9	10	199	15.3	4.4
<i>Västernorrlands län:</i>												
Betarsjön, Junsele socken	20	46	11.3	2.5	21	140	9.0	2.0	20	185	14.7	3.3
Kyrksjön, Haverö socken	20	53	10.8	2.4	20	135	8.2	1.8	20	188	13.5	3.0
Bölesjön, Attmars socken	10	47	18.1	5.0	13	130	10.5	2.9	10	173	10.5	6.5

Sjö	n	Isläggning			n	Islossning			n	Isvaraktighet			
		L	m	M		L	m	M		L	m	M	
Jämtlands län:													
Sandvikssjön, Föllinge socken	15	52	7.2	1.9	15	143	6.8	1.8	15	195	9.4	2.4	
Lossen, Tännäs socken	15	53	7.3	1.9	15	145	8.7	2.2	15	197	11.9	3.1	
Gesundssjön, Stuguns socken	10	47	10.1	3.2	10	141	8.6	2.7	10	188	13.8	4.4	
Gävleborgs län:													
Bergviken, Hanebo socken	25	39	14.7	2.9	26	128	11.1	2.2	25	167	21.2	4.2	
Varpen, Bollnäs socken	12	48	8.2	2.4	13	124	13.1	3.6	12	171	15.0	4.3	
St. Kopparbergs län:													
Toftan, Sundborns socken	26	40	12.4	2.4	20	127	10.7	2.4	18	170	14.9	3.5	
Ljustern, Sätters socken	18	34	10.4	2.5	20	122	11.4	2.6	17	158	16.0	3.9	
S. Barken, Söderbärke socken	16	34	10.6	2.7	19	123	11.5	2.5	16	158	14.6	3.7	
Rosttjärn, Vika socken	17	50	13.4	3.2	18	122	11.8	2.6	17	172	19.8	4.8	
Särnasjön, Särna socken	6	59	6.5	2.7	5	138	5.5	2.5	5	195	9.0	3.6	
Värmlands län:													
Hugn, Köla socken	43	39	11.6	1.8	52	118	16.3	2.1	39	157	22.1	3.6	
Töck, Töcksmarks socken	43	33	11.3	1.8	44	117	11.8	1.8	43	151	10.2	3.1	
Daöglösen, Färnebo socken	22	19	12.1	2.6	25	120	10.3	2.1	21	139	16.2	3.5	
Kärn, Nyeds socken	42	42	13.9	2.1	45	115	10.9	1.6	42	155	17.8	2.8	
Gårdssjön, Gillberga socken	16	40	14.5	3.8	15	112	11.3	2.9	14	149	20.4	5.5	
Vingängssjön, Dalby socken	11	59	12.1	3.7	10	128	26.4	8.2	10	186	17.0	5.3	
Örebro län:													
Möckeln, Karlskoga socken	35	30	13.7	2.3	37	113	15.2	2.5	34	145	22.6	3.9	
Ösjön, Hjulsjö socken	34	34	13.7	2.4	33	122	10.7	1.9	33	168	18.8	3.3	
St. Björken, Kvistbro socken	24	40	16.7	3.4	24	113	14.0	2.9	24	153	22.4	4.6	
Norrälgen, Hällefors socken	16	30	16.1	4.0	16	123	9.7	2.4	16	153	23.1	5.8	
Norrmogen, Ramsbergs socken	10	47	19.8	6.3	12	121	10.5	3.0	10	169	28.6	8.4	
Norasjön, Nora socken	26	35	14.1	2.8	26	113	19.8	3.9	26	148	27.6	5.4	
Hastasjön, Götunda socken	7	47	22.1	8.5	9	116	11.8	3.9	7	162	31.0	11.9	
Västmanlands län:													
Skedvisjön, V. Skedvi socken	18	40	10.8	2.6	18	111	11.6	2.8	18	151	14.6	3.5	
Ångsjön, Irsta socken	17	48	17.5	4.3	18	105	16.6	4.0	17	152	23.8	5.8	
Stockholms län:													
Gimo damm, Skefthammars socken	10	48	10.7	3.3	10	112	11.5	3.6	10	159	17.3	5.4	
Sillen, Vårdinge socken	16	30	10.0	2.5	16	110	11.1	3.8	16	140	15.7	2.9	
Limmaren, Frötuna socken	8	37	14.3	5.1	10	116	12.5	4.0	7	153	25.6	9.8	
Södermanlands län:													
Kolsnaren, V. Vingåkers socken	38	34	13.0	2.1	38	110	12.6	2.0	38	143	18.1	2.9	
Öljaren, Julita socken	20	28	18.4	4.0	25	109	17.3	3.5	20	137	28.6	6.4	
Näshultasjön, Näshulta socken	11	35	16.7	5.1	11	115	13.5	4.1	11	150	26.4	8.0	
Östergötlands län:													
Hargssjön, V. Hargs socken	32	43	16.4	2.9	33	103	17.4	3.0	32	145	25.3	4.4	
Ö. Lägern, Sunds socken	30	23	14.1	2.6	69	110	15.8	1.9	30	133	18.4	3.3	
Denseln, Kullerstads socken	13	38	14.4	4.0	14	108	16.8	4.5	13	145	24.2	6.7	
Skaraborgs län:													
Vastofta sjö, Vistorps socken	22	45	12.1	2.6	20	99	18.0	4.0	19	142	21.6	4.9	
Bottensjön, Mölltorps socken	14	37	15.1	4.1	13	90	16.4	4.6	13	127	26.3	7.3	
Älvsborgs län:													
Jogen, Liareds socken	23	31	15.0	3.1	23	109	16.4	3.4	23	141	26.4	5.5	
Göteborgs och Bohus län:													
Hällungen, Ucklums socken	17	21	19.1	4.7	17	94	17.6	4.3	17	115	25.0	6.1	

Sjö	Isläggning				Islossning				Isvaraktighet			
	<i>n</i>	<i>L</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>L</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>L</i>	<i>m</i>	<i>M</i>
<i>Hallands län:</i>												
Mäsen, Grimmares socken	13	-3	16.1	4.5	13	79	27.7	7.7	13	76	26.1	7.3
St. Horredssjön, Veddige socken	28	2	22.3	4.2	28	92	24.1	4.5	28	94	33.4	6.3
Sembsjön, Valinge socken	33	25	16.4	2.9	34	89	19.4	3.3	33	114	29.5	5.2
<i>Jönköpings län:</i>												
Ekelsjö sjö, Bringetofta socken	18	41	19.1	4.5	50	113	12.4	1.7	18	154	24.3	5.8
Rasjön, Bonstorps socken	15	35	19.1	4.9	15	107	12.4	3.2	14	140	21.1	5.7
<i>Kronobergs län:</i>												
Madkroken, Nottebäcks socken	28	25	15.0	2.8	28	107	12.6	2.3	28	132	17.1	3.2
Norraby sjö, Söraby socken	16	33	15.0	3.8	18	107	10.1	2.4	16	140	17.4	4.4
Växjösjön, Växjö socken	32	34	17.2	3.0	41	100	13.0	2.0	24	138	27.3	5.6
<i>Kalmar län:</i>												
Kyrksjön, Odensvi socken	21	41	16.4	3.6	22	105	15.2	3.2	21	145	21.8	4.7
Gallsjön, Tuna socken	12	43	14.6	4.2	12	101	16.2	4.6	12	144	22.6	6.5
Mossjön, Pelarne socken	27	43	16.9	3.3	28	108	15.1	2.8	27	149	24.9	4.8
<i>Kristianstads län:</i>												
Råbelövssjön, Österslövs socken	29	8	18.9	3.5	29	79	25.3	4.7	29	87	35.7	6.6
<i>Malmöhus län:</i>												
Häckeberga sjö, Genarps socken	31	35	15.7	2.8	31	85	15.6	2.8	31	119	20.2	3.6
Björkesåkra sjö, Genarps socken	31	26	20.4	3.6	31	75	20.8	3.7	31	101	27.9	5.0

Värdet M erhålles ju ur värdena m och n , varvid det förstnämnda spelar den största rollen, såsom framgår av förut anförda formler. Medelamplituden för istäckets varaktighet skulle, för den händelse de båda andra amplituderna vore fullt säkert bestämda, vara lika med dessas summa. Likaledes skulle medelfelet hos medeltalet för istäckets varaktighet vara lika med summan av motsvarande tal för isläggning och islossning. Så är emellertid aldrig fallet. Möjligen kan detta bero på periodiciteten hos de båda sistnämnda företeelserna, varom framdeles skall ordas. Under det medelamplituden för isläggning och islossning varierar inom relativt snäva gränser inom samma trakt, t. ex. ett län, är detta i allmänhet icke fallet med isvaraktighetens amplitud, utom möjligen för landets nordligaste delar. Härav följer med nödvändighet, att medelvärde för istäckets varaktighet med det relativa fåtal observationer, som stå till buds för varje station, är betydligt osäkrare än medelvärdena för isläggning och islossning, vilket ju också utan vidare framgår av värdena för medelfelet i ovanstående tabell. Då dettas siffror i de anförda exemplen för isläggning och islossning falla mellan 1,6 och 8,5 variera de för istäckets varaktighet mellan 2,4 och 11,9.

Jag har även på annat sätt sökt utröna och illustrera medelvärdenas tillförlitlighet. Detta har skett medelst genomräkning av några utvalda längre observationsserier på så sätt, att jag beräknat storheterna L , m och M för de två första åren i serien, därefter för de tre första, de fyra första, de fem första o. s. v. De uträknade tabellerna anföras icke här. I stället har jag grafiskt framställt dessas innehåll i fig. 1. Abskissan i koordinatsystemet utmärker antalet dagar, för isläggning och islossning dessa företeelsers inträffande före resp. efter årsskiftet, för isvaraktigheten det absoluta dagantalet. Ordinanatan visar det antal observationer, som kommit till användning i varje särskild beräkning. Den tjocka heldragna linjen (l) utmärker de direkt iakttagna tidernas variation år från år. En prickad linje av samma grovlek (L) anger medeltalets förändringar,

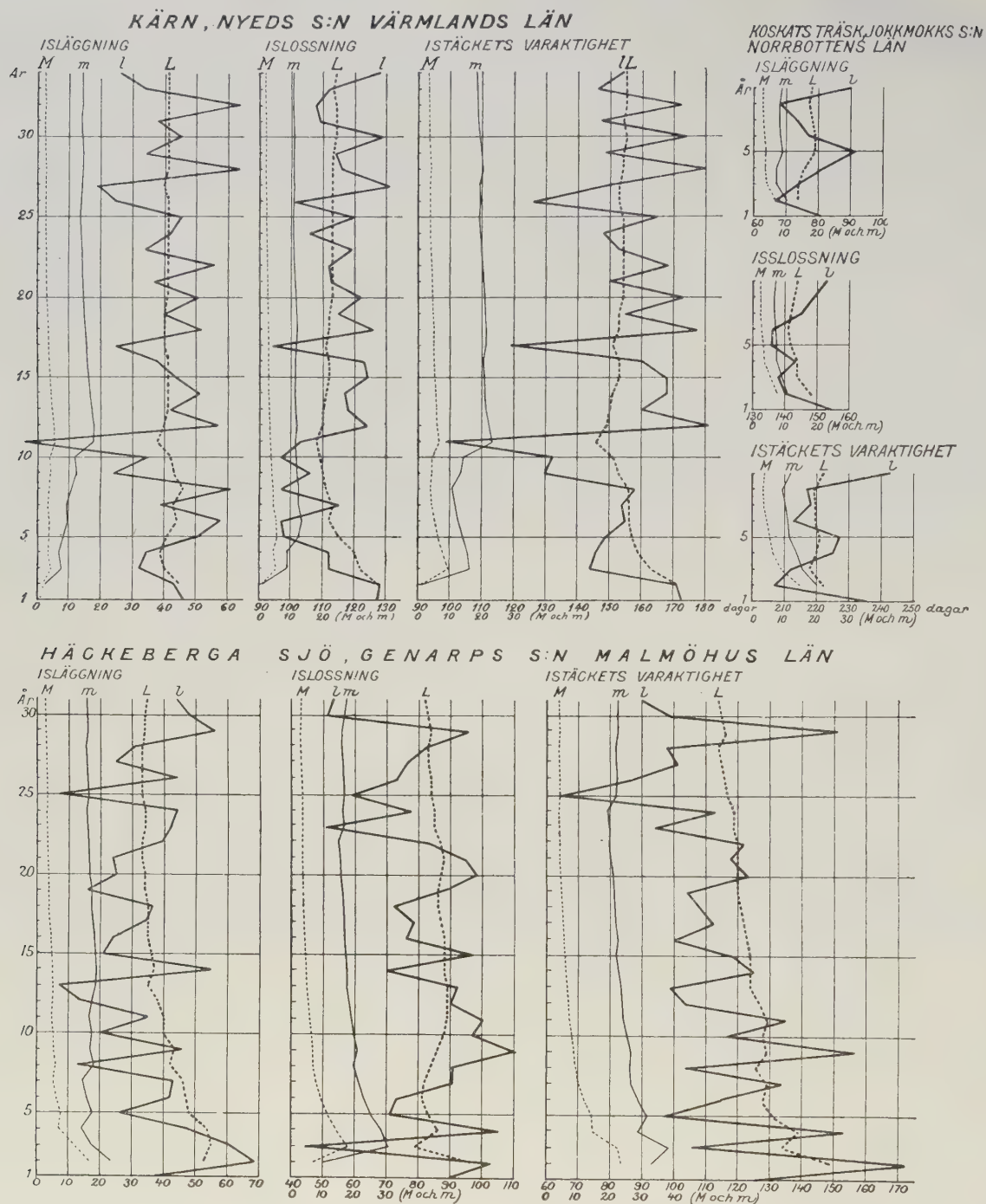


Fig. 1. Diagram över förändringarna hos medeltal (L), medelamplitud (m) och medeltalets medelfel (M) beträffande isläggning, islossning och istäckets varaktighet hos några sjöar i olika delar av landet med stigande antal observationer.

alltefter som antalet observationer växer. Vi se tydligt, hur denna från att i början visa högst betydande variationer så småningom stabiliseras, men tydligt framgår också, att även vid de större observationsantalen ett mycket högt eller lågt L -värde är i stånd att utöva ett märkbart inflytande på densamma. Särskilt vore i fråga om isvaraktigheten

ett betydligt större antal observationer av nöden, för att L skulle bli säkert bestämd. Vid oändligt antal l -värden blir L -linjen parallel med ordinatan, d. v. s. absolut konstant. För bestämmande av m på en eller par enheter när synes det funna medeltalet för observationsåren å de olika kartpunkterna (16 resp. 18 för isläggning resp. islossning, se tabellen sid. 8) vara tillräcklig utom möjligen för de allra sydligaste delarna av landet. Vid oändligt antal observationer blir m -linjen liksom L -linjen parallel med ordinatan.

Den tredje av de beräknade linjerna, M , sammanfaller vid oändligt antal observationer med ordinatan ($M = 0$). Av figuren framgår tydligt, att detta tillnärmelsevis skulle bli fallet först vid ett *mycket* stort antal observationer, samt att ett eller annat tiotal ytterligare sådana ej skulle inverka nämnvärt på M -värdet. Då antalet isläggningsobservationer för varje särskild punkt på kartan (fig. 8) uppgår till 16, blir det genomsnittliga M -värdet $\pm 2,5$ för $m = \pm 10$, $\pm 3,75$ för $m = \pm 15$ och $\pm 5,00$ för $m = \pm 20$. Islossningsobservationerna utgöra i genomsnitt 18 och motsvarande M -värden bli resp. $\pm 2,36$, $\pm 3,54$ och $\pm 4,72$.

Isläggning.

Isläggningsens förlopp bör här först i största korthet något beröras. Is bildas å de relativt stillastående vattnen, sjöarna och selen i älvarna, vid köldens inträdande om hösten på så sätt, att vattnet i de översta vattenlagren under lufttemperaturens inverkan fryser till nålformiga iskristaller, vilka på grund av sin mindre specifika vikt samla sig i vattenytan och där cementeras samman till ett istäcke. Vid fortsatt, ev. tilltagande köld växer istäcket i tjocklek därigenom att nya ispartiklar fästa sig vid isens undre yta. Den värmekvantitet, som vid vattnets övergång från flytande till fast form frigöres, borde på grund av vattnets höga smältvärme — 80 kalorier — vara ganska betydande och bidrar väl i varje fall till att något retardera isbildningen. Detaljundersökningar över detta värmes roll saknas.

Ett närmare studium av det föreliggande materialet visar, att det ingalunda endast är lufttemperaturens sänkande under 0° , som ensamt dikterar en sjös isläggningstid. Här inverka en hel rad andra faktorer, befordrande eller fördröjande på förloppet, samverkande eller motverkande varandra, och bidraga till att göra problemet synnerligen komplicerat. Dessa faktorer äro av flera skilda slag. Dels äro de av rent meteorologisk art, dels av hydrografisk, dels av geografisk. Härtill komma slutligen en del med den mänskliga kulturen sammanhängande företeelser. Och dessa faktorerers inflytande kan anses vara dels regionalt, dels lokalt. Med regionalt inflytande förstår jag ett sådant, som bidrar till att i stort, över hela landet eller vidsträcktare delar därav bestämma tidpunkten för isläggningsens inträdande. Det lokala inflytandet åter gör sig gällande för varje särskild sjö på så sätt, att sjöarna i en och samma trakt lägga sig på något skiljaktiga tider.

Av meteorologiska faktorer märka vi utom lufttemperaturen i synnerhet vindförhållandena samt nederbörden och molnigheten. Lufttrycket spelar förmodligen endast en sekundär roll, såsom förorsakande olika vindförhållanden, nederbörd, temperatur, molnighet etc., samt genom bildning av stående vågor. Sistnämnda företeelse uppträder dock i allmänhet endast i större sjöar på ett mera märkbart sätt och även där alldeles tillfälligt, varför den här kan lämnas ur räkningen.

Av hydrografiska faktorer förtjäna i främsta rummet framhållas sjöarnas vattenförsörjning, strömförhållandena, ävensom möjligen vattnets halt av uppslammade och lösta ämnen, måhända också dess genomsiktighet och färg. Alla dessa faktorer äro i allmänhet att betrakta som lokala. Dock bör framhållas, att flodsjöarna i de trakter, där vi ha de stora älvarna, ha hastigare vattenväxel än sjöarna i skogstrakterna vid sidan av dalgångarna samt i övriga delar av landet, likaledes att vattnet i skogsområdenas talrika sjöar ofta kännetecknas av de rikliga kvantiteterna lösta humusämnen, sjöarna inom eller i närheten av siluområdena av kalkhaltigt vatten, lerområdenas sjöar, i allmänhet nedom marina gränsen, genom sin halt av uppslammade ämnen o. s. v. I viss mån kunna dessa faktorer sålunda även betraktas som regionala.

De geografiska faktorerna äro alla lokala eller huvudsakligen lokala: sjöarealen, djupet, höjden över havet, strandutvecklingen (inklusive form och insulering) samt sjöarnas längdoriering i viss riktning. Visserligen inträffar det för somliga trakter, att samtliga sjöar äro relativt små eller relativt stora, beroende på traktens allmänna topografi, men sådana enhetliga områden ha oftast mycket ringa utsträckning. Samma förhållande gäller beträffande strandutvecklingen. Dock kan förtjäna framhållas, att sjöarna ovan marina gränsen i allmänhet ha mera rikt utbildade stränder än sjöar på lägre nivå, samt att de förras omgivningar — dock ej alltid — äro högre och skogklädda. De svenska sjöarna ha endast i undantagsfall i en och samma trakt bestämd längdoriering. Ibland är denna visserligen parallell med floddalarnas riktning, men detta är ingalunda regel. Höjden över havet kan vid första påseendet tyckas ha regional betydelse, då ju landet konstant stiger från kusten inåt, men även i en och samma trakt växlar höjden ofta inom något hundratal meter. De svenska sjöarnas djupförhållanden äro ännu rätt litet kända. Ofta får man visserligen vid resor i olika landsändar uppgifter om den eller den sjöns djup, men sådana siffror äro allt annat än tillförlitliga. Vanligtvis äro de betydligt överdrivna. Av SAHLSTRÖMS »Förteckning över lodade sjöar i Sverige» (SAHLSTRÖM 1916) kunna dock åtskilliga slutsatser dragas. Sålunda synes framgå, att t. ex. småsjöarna på våra slättbygder i allmänhet ha ett maximidjup av 3 till 6 meter, mindre sjöar i skogsområdena äro i allmänhet c:a 3—4 gånger så djupa. I vissa trakter blir djupet t. o. m. betydligt större. Så har t. ex. fil. lic. R. MELIN meddelat mig, att en del av honom lodade sjöar om 3—7 kvkm:s areal i gränstrakterna mellan Halland och Västergötland i allmänhet haft ett maximidjup av 25—30 meter. Självt har jag upplodat ett tjugutal sjöar i skogstrakterna mellan Siljan och Västerdalälven (i Järna, Leksands m. fl. socknar) och därvid funnit ett genomsnittligt maximidjup av 18—20 meter. Sammaledes har jag för sjöar i mellersta Uppland samt i Västmanland funnit 10—14 meter vara det ungefärliga maximidjupet. Någon bestämd regional fördelning av djuptyperna kan emellertid icke sägas existera. Nästan överallt inom vårt land finnas grunda och djupa sjöar vid sidan av varandra, och vid de i föreliggande avhandling bearbetade isobservationerna har någon skillnad mellan olika djuptyper i allmänhet ej gjorts av observatörerna. De djupsiffror, som av dessa ibland lämnats, äro vanligen grundade på blotta hörsägnar och ofta mycket fantastiska.

Ångbåtstrafik sent på hösten bidrar till att försena isläggningen. Någon roll i stort spelar dock icke denna omständighet, då de sjöar, varom här är fråga, endast mera sällan ha sådan trafik.

Att i detalj utreda, i vilken grad var och en av alla dessa faktorer influera på isläggningens inträdande, har visat sig ogörligt. Ingen av dem uppträder ensam, utan deras samverkan är alltid mycket intim. Den ena faktorn förstärker, försvagar eller upphäver en annans inflytande i en grad, som ingalunda låter sig beräknas eller bestämmas annat än ungefärligt och relativt. I det följande skola vi emellertid närmare och så gott sig göra låter söka utreda en del hithörande förhållanden.

HOLMSEN har i sin vackra undersökning rörande de norska sjöarnas isförhållanden uppvisat, att en viss överensstämmelse råder mellan lufttemperatures nedgång under 0° och isläggningens inträffande. Hans metod har varit att år från år följa dessa båda företeelser på bestämda stationer och vid bestämda sjöar. För Slidrefjorden i Drammensälvens övre lopp har han sålunda funnit, att isläggning äger rum c:a en månad efter det lufttemperaturen sjunkit under 0° samt vid en temperatur av -2° till -12° . Sjöns ifråga areal uppgår till 12,4 kvkm. Randsfjorden, likaledes i Drammensälvens vattenområde norr om Hønefos (areal 136,4 kvkm.), lägger sig $1\frac{1}{2}$ —2 månader efter 0° -temperatures inträdande och vid en temperatur av i genomsnitt -7° . Öjeren vid Kristiania lägger sig tidigare, redan vid en lufttemperatur av -2° till -3° och endast någon vecka efter det temperaturen i Kristiania sjunkit under 0° ; dess areal är 87,44 kvkm. Att av dessa siffror draga generella slutsatser inom någorlunda trånga gränser, är emellertid knappast möjligt.

De svenska sjöar, som äro föremål för mina utredningar, ha i de allra flesta fall en mycket obetydlig areal i jämförelse med de anförda norska sjöarna, i genomsnitt endast några få kvkm. Och överensstämmelsen mellan dessa sjöar inbördes kan därför à priori beräknas vara betydligt större än mellan de norska. I fig. 2 har jag grafiskt återgivit den årliga temperaturvariationen enligt femdagarsmedia efter HAMBERG (H. E. HAMBERG 1908) för perioden 1871—1900 (för Svea 1881—1900). Av denna kurva kunna vi någorlunda sluta oss till, vid vilken tid 0° -temperaturen om hösten inträffar på respektive platser. Det visar sig nu, om vi från isläggningskartan (fig. 8 sid. 38) uttaga isläggnings-tidpunkten för samma platser, att denna vid de flesta inlandsstationerna inträffar i genomsnitt c:a 4—5 dagar efter det 0° -isotermen passerat orten ifråga. För kuststationerna däremot uppnås ingen överensstämmelse. Isläggningen i de härifrån observerade sjöarna har i en del fall inträffat *före* 0° -isotermen. Detta torde kunna förklaras på flera sätt, dels därigenom att de observerade sjöarna icke ligga i omedelbar närhet till dessa stationer utan ett gott stycke in i landet och på någon höjd över havsytan, dels på så sätt, att man beträffande åtminstone en del av dessa stationer troligen måste räkna med »stadstemperaturer» (HANN 1915, sid. 117), som äro några grader högre än temperaturen i omnejden. Växjö passeras av 0° -isotermen omkring den 29 november, och Växjösjön strax söder om staden lägger sig redan den 30 i samma månad enligt medeltal av 34 års observationer. Förmodligen är dock i allmänhet den anförda siffran, 4—5 dagar efter 0° -isotermen, att anse som någorlunda trolig.

Vindens roll för isläggningen är tvåfaldig, dels befordrande och dels fördröjande. Kalla vindar, i främsta rummet då nordliga sådana, medföra lägre lufttemperatur, något som befordrar sagda företeelse. Men vinden såsom sådan hindrar vattnet, särskilt på de stora öppna sjöytorna, från att frysa genom att hålla detsamma i rörelse. Vattnets kristallisation blir en »störd» sådan. Kristallerna bli mikroskopiska, och det vid deras

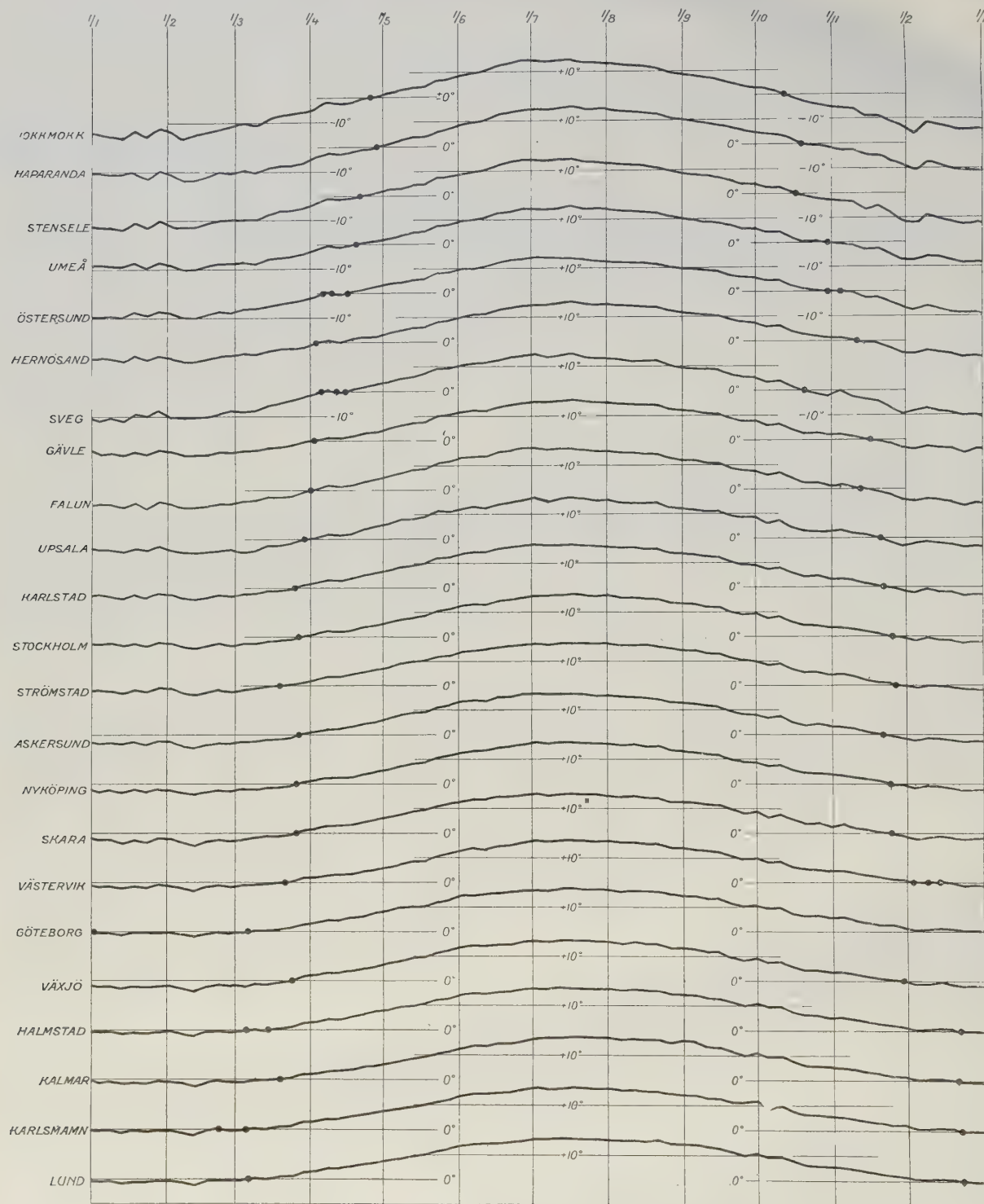


Fig. 2. Den årliga temperaturvariationen på en del svenska meteorologiska stationer enligt 5-dagarsmedia
(efter H. E. HAMBERG 1908).

bildning frigjorda värmets bidrar sannolikt till att genast ånyo upplösa dem. Inträffar tidigt om hösten under en lugn natt stark köld, kan en sjö fläckvis överdras av en tunn ishinna, även innan vattnets termiska lagerföljd hunnit helt omvändas till indirekt sådan.

Endast några centimeter under ishinnan kan vattentemperaturen uppgå till $+2^{\circ}$ – 3° , beroende på olikheten i specifik vikt hos vatten av olika temperatur. Hålles vattnet åter genom vinden i rörelse, hindras isbildning därigenom att vatten från djupare lager och av högre temperatur uppblandas med ytlagret, alltefter som detta avkyles. Blandningen når då ej stelningstemperatur, förrän den termiska lagerföljden omvänts.

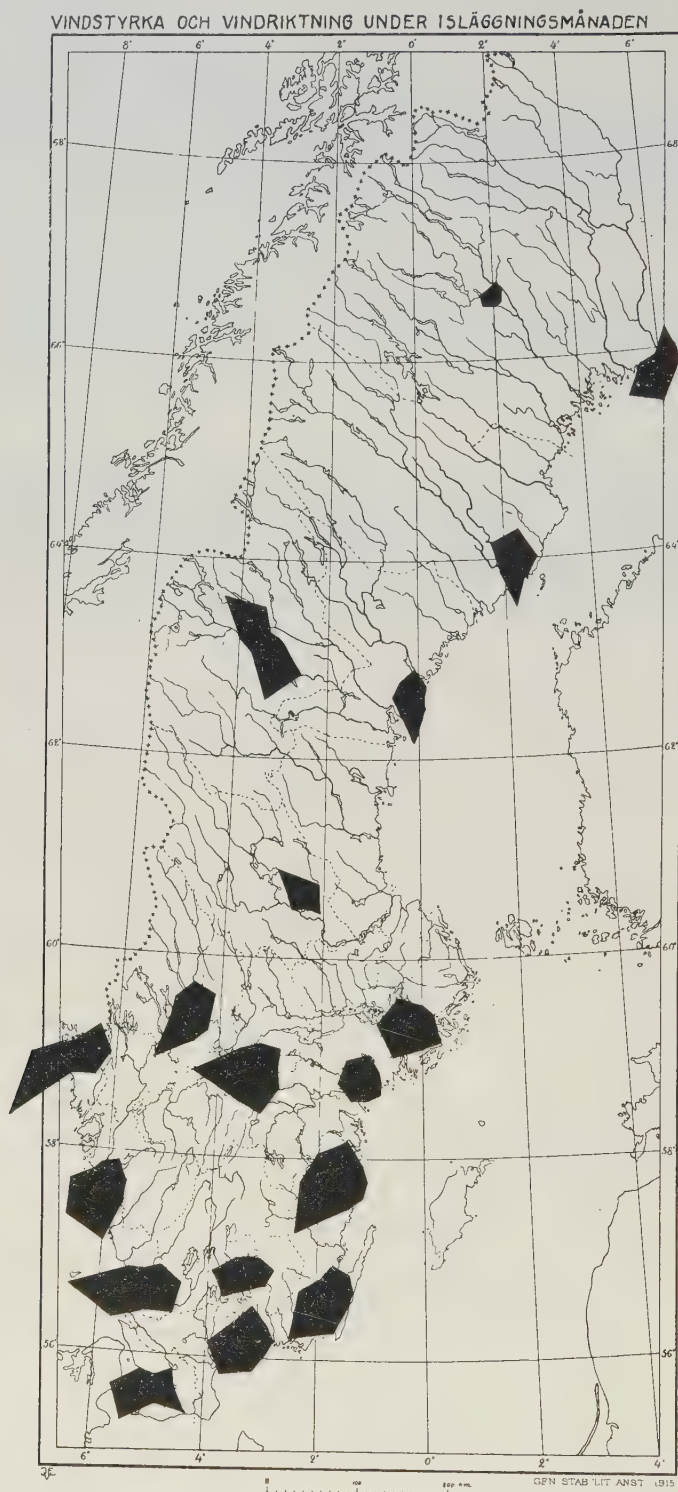
Det får i främsta rummet tillskrivas vindens inflytande, att de stora öppna sjöarna lägga sig betydligt senare än vikarna även i en grund sjö, där de djupare vattenlagrens värme ej kan spela någon roll. Ibland ser man vid isläggningstiden, hurusom en vik kan vara isbelagd ända ut till mynningen mot den öppna sjön, varest vågorna bryta sig mot den nylagda iskanten längs en ofta ganska rak linje.

För att belysa vindens relativa inflytande som fördröjande regional faktor har jag ur det av Statens Meteorologiska Centralanstalt publicerade materialet för ett antal meteorologiska stationer beräknat den dagliga medelvindsstyrkan under isläggningsmånaden, d. v. s. tiden 15 dagar före—15 dagar efter isläggningen, den senare uttagen från isläggningsskartan (fig. 8). Siffrorna, som utgöras av medeltal för 22-års-perioden 1891—1912, återfinnas i nedanstående tabell:

Jokkmokk	0.7	Stockholm	1.3
Haparanda	1.2	Nyköping	1.0
Umeå	1.3	Västervik	1.7
Östersund	1.5	Kalmar	1.3
Härnösand	1.1	Växjö	1.0
Falun	0.8	Karlshamn	1.3
Strömstad	1.6	Lund	1.3
Karlstad	1.3	Halmstad	1.6
Askersund	1.6	Göteborg	1.4

Det som härvid genast faller i ögonen är den relativt ringa vindstyrkan å inlandsstationerna i jämförelse med kuststationerna. Jokkmokk och Falun visa endast 0.7 resp. 0.8 samt Växjö 1.0, under det kuststationerna i allmänhet hålla sig vid 1.1—1.7. Såsom kuststationer förhålla sig även Karlstad, Askersund och Östersund, alla tre platserna belägna vid större vatten, den sistnämnda därjämte i ströket för vindarna genom det jämtländska passet.

Vindens riktning är även en faktor av en viss betydelse. Om av två i förhållande till väderstrecken olika orienterade sjöar i varandras närhet den ena ett år lägger sig tidigare än den andra, under det förhållandet ett annat år blir omvänt, har man anledning förmoda, att isläggningen de båda åren skett under olika vindriktningar. Bifogade karta, fig. 3, framställer vindriktningarnas inbördes relativitet under isläggningsmånaden å de i ovanstående tabell anförda platserna. Av dessa vindrosor framgår, att i det inre av övre Norrland vindriktningarna variera, längs norrländska kusten blåsa nord-sydliga, i det inre av Svealand vindar av varierande riktningar, dock med någon övervikt för de västliga, samt längs kusterna för övrigt övervägande västliga och sydliga vindar. Härtill bör emellertid anmärkas, att såväl vindriktning som vindstyrka varierat rätt betydligt år från år under den 22-årsperiod, som kartan avser att framställa. Vindriktningen kan ej tillmätas någon större betydelse som regional faktor, dels emedan våra sjöar, såsom förut påpekats, mera sällan inom större områden ha enhetlig orientering, dels emedan denna orientering, då den förekom-



mer, knappast överensstämmer med den härskande vindriktningen. Däremot får vindriktningens lokala betydelse ej underskattas.

Vi få tillfälle att återkomma till vindens betydelse vid diskussionen av sjöarnas värmehushållning och djupförhållanden.

Nederbördens roll vid isläggningsen kan tänkas vara den, att genom nederbörd, som håller en temperatur under 0° , en avkylning av ytvattnet skulle äga rum. Då den nedfallna snön smälter, förbrukas ju värme. Att emellertid denna roll är mycket obetydlig, synes framgå av HOLMSENS utredning av förhållandena vid de norska insjöarnas isläggning (HOLMSEN 1902, sid. 185). Det vill t. o. m. synas som om Mjösen ofta lagt sig tidigare de år, då nederbörden före isläggningsen varit ringa. Av fig. 4, som visar, hur månadsmedia av nederbörden avvika från medelmånadsmedium ($= \frac{1}{12}$ av årsnederbörden) ävensom månadsmedias absoluta tal, framgår, att i Norrland med undantag av de sydliga delarna under isläggningstiden faller något mera snö än medelmånadsmedium. De absoluta talen nå över 50 mm pr månad endast för vissa kusttrakter samt för de västra fjällområdena, vilka som bekant tillhöra landets nederbördsrikaste delar. I det inre av södra Sverige är isläggningstidens nederbörd mindre än medeltalet pr månad. Vid den regnrika västkusten håller sig nederbörden under isläggningstiden ungefär vid medeltalet.

För sjöarnas isläggning spelar molnigheten en mycket stor roll. Då denna faktor har uteslutande regional betydelse, torde det vara lämpligt att till en början se till, hur molnigheten förhåller sig i landets olika delar. Nedanstående lilla tabell är uppgjord på grundval av H. E. HAMBERG's undersökning om molnighet och solsken (H. E. HAMBERG 1909). Molnigheten beräknas på de olika stationerna efter en tiogradig skala. I sin tabell 4 (a. a., sid. 13—14) ger förf. en översikt distriktsvis, som kan vara lämplig för ändamålet. Nedanstående siffror utgöra medeltal av observationerna från de under de uppräknade distrikten anförda stationerna.

Distrikt	Okt.	Nov.	Dec.	Årsmed.
Norra Sverige, inre landet	+0.5	+0.4	+0.5	6.2
Norra Sverige, kusten	+0.4	+0.5	+1.0	6.0
Södra Sverige, inre landet	+0.4	+0.8	+1.3	6.3
Södra Sverige, ostkusten	+0.3	+1.0	+1.5	6.2
Södra Sverige, västkusten	+0.5	+1.0	+1.4	6.1

Vi se utan vidare, att molnigheten under isläggningssmånaderna (de kursiverade siffrorna) är ovanligt stor, större för södra Sverige än för norra. Årsmediet för de olika trakterna har befunnits någorlunda lika.

Siffrorna härstamma emellertid endast från observationer under dagen, kl. 8 f. m., kl. 2 e. m. och kl. 9. e. m. Natliga observationer saknas. Originalsiffrorna ge vid handen, att molnigheten i regel är minst vid kvällsobservationerna samt störst vid morgonobservationerna. Isläggningsen av en sjö äger i regel rum under natten, särskilt om denna är lugn och klar. En klar natt är värmeutstrålningen från vattenytan betydlig, och ytvattnets temperatur sjunker då vid denna tid på året lätt ned till 0° . ÅNGSTRÖM har skattat utstrålningen vid helt mulen himmel till 0,1 av utstrålningen vid klar himmel (ÅNGSTRÖM 1919 sid. 259).

Flodernas rinnande vatten kommer genom sin rörelse i mycket intim beröring med

luften och röner betydligt hastigare inflytande av dennas temperatur än vattnet i sjöarna. Det är då utan vidare klart, att innehållet i en sjö, som genomflytes av en stor älv, vid isläggningstidpunkten måste avkylas hastigare än en annan sjö på grund av den större

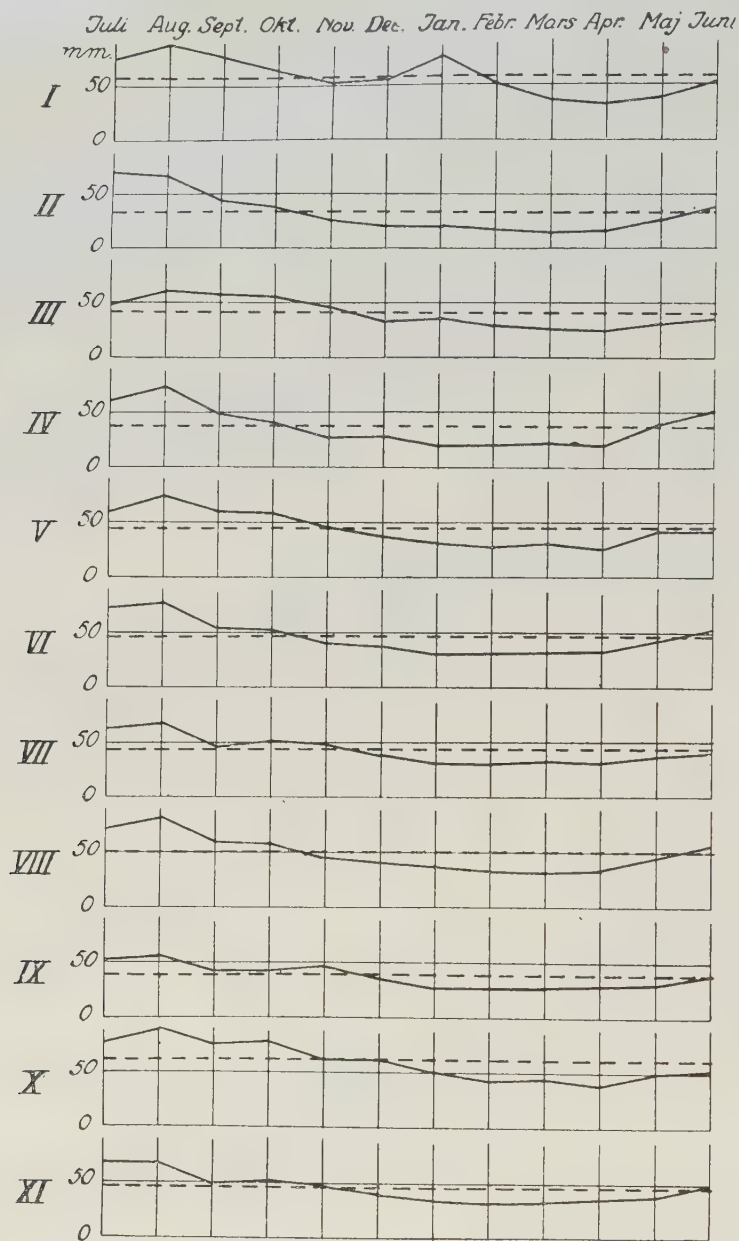


Fig. 4. De olika månadernas avvikelser från medelmånadsmediet av nederbörden i olika delar av landet (efter H. E. HAMBERG 1911).

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| I. Norrland, fjälltrakten i väster. | VII. Svealand, kusten. |
| II. Norra Norrland, inre landet. | VIII. Götaland, inre landet. |
| III. Norra Norrland, kusten. | IX. Götaland, syd- och ostkusten. |
| IV. Södra Norrland, inre landet. | X. Götaland, västkusten. |
| V. Södra Norrland, kusten. | XI. Södra Götaland, Skåne. |
| VI. Svealand, inre landet. | |

kallvattenstillförseln. Om man har en flodsjö av låt oss säga 7 kvkm:s yta och ett medeldjup av 7—8 meter, är denna sjös volym c:a 50 millioner kbm. Om floden för c:a 50 kbm. i sekunden, skulle ett fullständigt vattenutbyte äga rum på c:a 12 dagar, en tidrymd, som helt kan anses falla inom sjöns medelisläggningssamplitud. En annan sjö av samma dimensioner mottager vatten endast från små skogsbäckar till ett sammanlagt belopp av c:a 5 kbm. i sek. I senare fallet behövs 3—4 månader, innan helt vattenutbyte skulle kunna tänkas. En flodsjö har följaktligen vissa betingelser att isläggas tidigare än en annan sjö under för övrigt liknande omständigheter. De faktiska förhållandena visa också, att så är fallet.

Det vatten, som vid isläggningstiden rinner ut ur en sjö, bör på grund av sin härkomst genom blandning av tillloppens kallare och sjöns något varmare vatten (ofta även genom uppblandning med grundvatten) ha högre temperatur än tillloppens. Sjön tillfrysar också sist kring utloppet. En andra flodsjö nedanför den första men mycket nära denna har alltså vissa betingelser att frysa senare än den förstnämnda. Som ett exempel härpå må nämnas sjön Gäutajaure i övre Ume älv (Tärna socken, Västerbottens län), som genom ett smalt sund delas i en västlig och en östlig hälft. Den förra fryser ofta c:a en vecka tidigare än den senare, ehuru förhållandet snarast borde vara omvänt enligt isläggningssisokronernas allmänna gång (se kartan fig. 8).

Ett allom bekant faktum är, att havsvatten fryser först vid en temperatur någon grad under 0°. Detta vattens stora halt av lösta salter gör, att detsamma förhåller sig som en lösning, och fryspunktsnedsättningen står då i direkt förhållande till de lösta salternas molekularvikter. Färskvattnens halt av lösta ämnen är ej tillräcklig att märkbart inverka på fryspunkten. För sydligaste Sveriges kalktrakter uppgår den till 0.2 ‰ och för urbergsområdena till endast 0.02 ‰ (WALLÉN 1912, sid. 168). Våra skogsälvar och -bäckar hålla ofta stora mängder lösta humusämnen. Dessa oxideras delvis i sjöarna och falla ut. Härtill kommer ytterligare en omständighet, nämligen att de ämnen, som på antytt sätt förekomma i våra älvar, till högst väsentlig del uppträda i kolloidal form. Och hos kolloidala lösningar är fryspunktsnedsättningen abnormt låg. För uppslammat, ej kolloidalt löst material torde beträffande sjöarna ingen hänsyn behöva tagas, då detta material ju snart sjunker till botten.

Vi komma nu till de mera rent geografisk-topografiska faktorerna, sjöareal, djup, höjd över havet samt strandutveckling. Av dessa äro djupet och arealen de viktigaste. Särskilt råder ett intimt samband mellan en sjös djup och termik.

Sjödjupets roll för isläggningstidpunktens fixerande har utförligt behandlats av HOLMSEN i hans flera gånger citerade arbete. HOLMSENS resultat skulle i korthet kunna sammanfattas på följande sätt. För att tillfrysning skall äga rum, måste den direkta termiska lagerföljden, som är den naturliga under sommaren, förvandlas till indirekt. Detta äger hastigare rum i grundare sjöar än i djupare, vilket medför som naturlig konsekvens, att de förra tillfrysa hastigare än de senare. HOLMSEN visar, delvis genom litteraturcitater, att den dagliga temperaturvariationen sträcker sina verkningar till ett djup av 30—35 meter ned i sjön. Temperaturen's årliga variation går ännu längre på djupet, ända till 150 meter, varill komma de allestädes uppträdande fleråriga variationerna, vilka göra, att alla sjöar, där temperaturförhållandena undersökts, under olika år visa olika bottentemperatur, hur djupa de än äro. FOREL sätter gränsen för den dagliga tem-

peraturamplituden i tempererade sjöar till 5—15 meters djup (FOREL 1901, sid. 120), vilket åtminstone för skandinaviska förhållanden är en för låg siffra.

Endast från en svensk sjö hava vi tillräckligt täta och noggranna temperaturobservationer för att kunna draga några bestämda slutsatser rörande temperaturförhål-

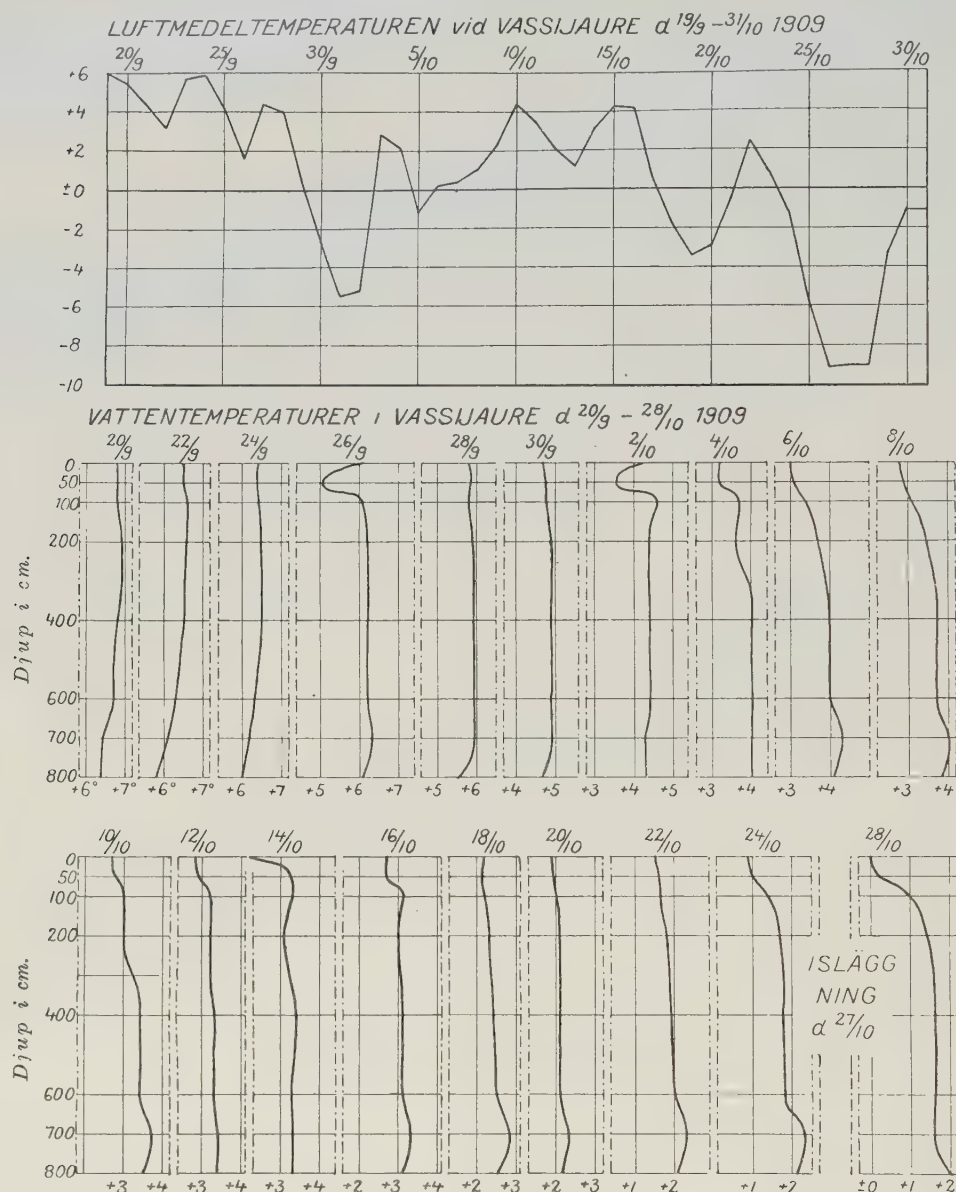


Fig. 5. Daglig luftmedeltemperatur vid Vassijaure Naturvetenskapliga Station samt vattentemperaturen i sjön Vassijaure under tiden d. 19/9—d. 31/10 1909 (efter NORINDER 1910).

landena omedelbart före tillfrysningen, nämligen från Vassijaure i Norrbottens lappmark. Jag anför här (fig. 5) några belysande diagram, dels en kurva för luftmedeltemperaturens förändringar dag från dag under tiden d. 19 september—d. 31 oktober 1909, dels diagram över vattentemperaturen i sjön på olika djup varannan dag under samma tid. Ännu den 24 september är vattnets termiska lagerföljd direkt. Så småningom övergår den till

indirekt därigenom att temperaturen sjunker hastigare närmare ytan än längre ned. Vi kunna tydligt se, hur nedåtbuktningarna på lufttemperaturkurvan i form av vågor på vattentemperaturdiagrammen vandra mot botten. Efter mera betydande lufttemperaturfall blir vågen i vattentemperaturen rätt betydande. Så är t. ex. fallet $\frac{26}{9}$. Temperaturen från 2 till 6 meters djup håller sig då vid $6^{\circ}.2$. Den lilla köldböljan på det övre diagrammet gör emellertid, att vi två dagar senare fått motsvarande temperatur sänkt till $5^{\circ}.9$. Antydning till en mindre temperaturförändring i motsatt riktning finna vi den $\frac{14}{10}$, orsakad av hög lufttemperatur föregående dagar. Först den starka köldböljan den 25—28 oktober var tillräcklig att bringa ytvattnets temperatur under 0° . Den $\frac{27}{10}$ lade sig sjön för vintern. Av dessa temperaturobservationer framgår, att omsvängningen från direkt till indirekt lagring går rätt långsamt för sig även på den höga breddgrad, där Vassijaure ligger. Själva omläggningen tog här c:a 7 dagar, från den 25 september till den 3 oktober. Under de följande 21 dagarna vandrade temperaturen stadigt nedåt. Den $\frac{28}{10}$ har vattentemperaturen ungefärligen nått vilstdiet för vintern.

Isläggningens inträffande står icke i ett lineärt förhållande till sjödjupet. Stor hänsyn måste nämligen tagas till språngskiktets existens och djupläge. Språngskiktet i djuptemperaturen torde väl ej vara att i främsta rummet tillskriva solstrålningen utan måhända i än högre grad vindens omrörande och strömalstrande verksamhet. Erfarenheten visar, att detta skikt i olika sjöar kan vara beläget på högst olika djup. Ju vidare fält, vinden har att överfara, desto högre bli vågorna och desto djupare sträcka de sina verkningar. Undersökningar rörande de svenska sjöarnas termiska förhållanden ha utförts ganska sparsamt. Av de av mig kända temperaturserierna anser jag mig dock kunna draga följande slutsatser rörande språngskiktets natur i olika delar av landet.

AXEL HAMBERG har under åren 1885—88 företagit en del vattentemperaturmätningar, bl. a. i Mälaren utanför Riddersvik. Den 1 juni 1886 fann han här språngskikt på ett djup av 10—15 meter, den 4 juli på 15—20 meter, under augusti på samma djup, i september gick det ned till 20—30 meter för att till oktober månads utgång försvinna på grund av lagerföljdens omläggning. Den 31 maj 1887 fann han ett språngskikt statt i sjunkande mellan ytan och 5 meters djup, en månad senare befann det sig på 20—30 meter, den sista juli mellan 30 och 40 meter. Under augusti går det upp igen till 20—30 meter, men skrider under september åter mot djupet, så att det vid denna månads slut nått samma djup som i juli. Till den 1 november är det försvunnet. Den kalla våren 1888 finnes ännu den 1 juni intet språngskikt utbildat, först en månad senare uppträder det på 15—20 meters djup, vilket enligt observationerna icke överskridas detta år (AXEL HAMBERG 1896).

På förslag av professor OTTO PETTERSSON vid det 15:de Skandinaviska Naturforskarmötet i Stockholm 1898 utfördes två år senare termiska undersökningar i norra Europas djupare insjöar och hav. Man fann då i Genève sjön ett språngskikt på c:a 15 meters djup, i Loch Katrine i Skottland på 20—30 meter, vid Bogskär i den åländska skärgården den 20 september på c:a 30—40 meter, i Ålands hav den 27 augusti på 15—20 meter, i Enare träsk den 6 augusti på c:a 20 meter (svagt utbildat), i Mjösen den 10 september på omkring 20 meter, i Svarta havet den 17 september på omkring 27 meter,

i Vättern den 2 september på omkring 10—15 meter, i Östersjön i Landsortsdjupet den 14 september på c:a 30 meter och i Bornholmsdjupet den 13 september på 20—30 meter. I Ladoga anträffades den 11 september ett obetydlig språngskikt på c:a 30 meter (PETERSSON 1902).

TRYBOM har under 1890-talet på uppdrag av K. Lantbruksstyrelsen undersökt ett antal sjöar i Hallands, Älvsborgs och Jönköpings län samt anför i de angivna redogörelserna även några temperaturiakttagelser. I sjön Noen i Jönköpings län (areal 7.3 kvkm.) låg enligt dessa språngskiktet i slutet av juli och början av augusti 1893 på ett djup av 10—15 meter (TRYBOM 1895, sid. 13). I sjön Nömmen (areal c:a 15 kvkm.) fann han den 1 juni 1895 enligt mätningar på fyra olika ställen, att den plötsliga omkastningen i temperaturen skedde mellan 5 och 10 meter, men en mätning i september föregående år visar densamma under 10 meter (TRYBOM 1899, sid. 7). Från Bexhedasjön (4.5 kvkm.) meddelar han ett språngskikt sommaren 1894 under 10 meter, sommaren 1896 (juni) på 5—10 meters djup och i augusti 1899 åter lägre än 10 meter. I Norra-sjön (c:a 1 kvkm.) gick det i slutet av augusti 1896 ned strax under 10 meter och i augusti 1899 ned till nära botten på 15 meters djup. I den grundare Näsby-sjön (areal 1.9 kvkm.) hann det båda de sistnämnda åren ned till botten, 12.7—13.5 meter (TRYBOM 1901).

I sin avhandling »Beiträge zur Kenntniss der Seenkettenregion in Schwedisch-Lappland» återger AHLENIUS efter V. WAHLBERG (Svensk Fiskeritidskrift 1894) en del djuptemperaturer från de av honom närmare undersökta stora lappländska sjöarna. I Saggat har WAHLBERG funnit följande temperaturer, som jag återger in extenso, då de ju synas i viss mån märkliga (B = botten):

Djup	d. 9 juli kl. 11 e. m.	d. 10 juli kl. 2 f. m.	d. 10 juli kl. 2 e. m.
ytan	6°.8	9°.0	11°.0
5 m.	6.8	8.8	11.0
10 m.	6.5	8.7	10.2
15 m.	—	8.5	10.1
20 m.	6.3	8.2	9.0
25 m.	—	7.7	7.8
30 m.	—	7.0	—
31 m.	—	—	6.9 B.
40 m.	6.2	—	—
50 m.	6.0	6.4	—
60 m.	5.8 B.	—	—
80 m.	—	6.2 B.	—

»Sprungschichten sind nach dieser Tabelle schwer zu erkennen. Für die dritte Serie (= den första ovan) giebt es gar keine; för die zweite Serie (= den tredje ovan) wäre es an zwei Stellen zu ermitteln, teils im Interwall 5—10 M., wo die Abnahme 0°.8, teils im Interwall 15—20, wo die Abnahme 1°.1 beträgt. Für die erste Serie (= den andra ovan) könnte man möglicherweise eine Sprungschicht im Interwall 25—30 M mit einer Abnahme der Temperatur von 0°.7 unterscheiden.» (AHLENIUS 1900 sid. 36). I själva verket torde det förhålla sig så, att mätningarna råkat utföras just då ett språngskikt var på väg att bildas. Vad AHLENIUS i den tredje serien ehuru med stor tvekan betecknar som ett övre språngskikt, är nedträngandet av föregående dags temperatur till djupare vatten. Det verkliga språngskiktet får i den tredje serien anses ligga mellan 15 och 25 meter. Temperaturdifferensen ovan och nedan detta skikt utgör c:a 2°—3°.

Liknande siffror anföras även från en del andra av de lappländska sjöarna. I Storvindeln anträffades den 6 och 7 augusti vid mätningar på två skilda platser ett språngskikt på 12—15 resp. 15—20 meters djup. Temperaturskillnaden uppgick till $4^{\circ}.9$, resp. $3^{\circ}.0$ och botten temperaturen befanns vara $8^{\circ}.9$ resp. $8^{\circ}.5$. I Storuman konstaterades likaledes vid mätningar på tvenne platser den 31 juli och den 2 augusti samma år ett språngskikt på ett djup av 20—25 meter med en differens om 3° — 4° ovan och nedan detta. Temperaturen på 100 meters djup var $5^{\circ}.0$.

En mera systematisk undersökning av de svenska sjöarna temperaturförhållanden har utförts av S. GRENANDER (GRENANDER 1904). Sjöarna äro belägna i vitt skilda delar av landet, och mätningarna upprepades fyra gånger under året vid olika årstider. Då GRENANDERS siffror i hög grad äro ägnade att belysa språngskiktets läge och vandringer under året, må de här i sammandrag citeras.

I Ifösjön i Skåne fann han den 23 maj 1903 ett utbildat språngskikt på ett djup av 5—8 meter, dock tydligen närmare 5 än 8 meter. Temperaturen i ytan uppgick till 11.82 , på 5 meters djup till 10.36 , på 8 meters djup till 9.80 och på 12 meters djup till 9.23 . Den 13 augusti hade språngskiktet överskridit den sistnämnda gränsen och temperaturen höll sig hela vägen mellan 15.40 och 15.91 . Den 2 november skedde nästa mätning. Nu hade den termiska lagerföljden börjat omvändas. I ytan befanns temperaturen vara 7.55 samt från 1 meters djup till botten $7^{\circ}.60$.

I sjön Stråken nära Växjö fann han följande temperatur:

Djup	d. $19/2$	d. $24/6$	d. $12/8$	d. $3/11$
ytan	$1^{\circ}.4$	$14^{\circ}.79$	$15^{\circ}.98$	$6^{\circ}.07$
1 m.	2.1	13.12	15.93	6.15
2 m.	3.3	12.40	—	—
3 m.	—	11.19	—	—
5 m.	4.0	—	15.93	6.15
8 m.	4.1	10.20	15.93	6.15

Under vintern var som vanligt den termiska lagerföljden indirekt. I slutet av maj började ett språngskikt utveckla sig. Detta hade i mitten av augusti nått under 8 meter. Novembermätningen visar pågående omvändning.

I sjön Varpan nära Falun finner han den $4/3$ omvänd lagerföljd. I slutet av maj har han ett tydligt språngskikt på omkring 3 meters djup med en medeltemperatur ovan skiktet av c:a $12^{\circ}.9$ och under c:a $7^{\circ}.5$. I mitten av augusti befinner sig språngskiktet på omkring 15 meters djup. Temperaturen ovanför detsamma är c:a $15^{\circ}.7$ och nedanför c:a 9° . Den $36/10$ är temperaturen $5^{\circ}.71$ från ytan till 19 meters djup för att antagligen snart därefter övergå till typiskt omvänd.

De från Storsjön i Jämtland meddelade siffrorna visa, att först i slutet av maj eller början av juni temperaturen börjar övergå till direkt skiktning. Den $19/8$ har han i ytan $11^{\circ}.60$, på 5 meters djup $11^{\circ}.47$, på 20 meter $11^{\circ}.20$, på 35 meter $7^{\circ}.96$ och på 48 meter $5^{\circ}.0$. Den $25/10$ visar ytan $6^{\circ}.82$, från 5 till 35 meter är temperaturen enhetlig och $6^{\circ}.82$, på 48 meter slutligen är den $5^{\circ}.04$.

En annan jämtländsk sjö, Gefsjön i Åre socken, visar följande siffror (mätningarna äro gjorda dagen före eller efter dem i Storsjön):

Djup	d. $\frac{3}{3}$	d. $\frac{31}{5}$	d. $\frac{20}{8}$	d. $\frac{24}{10}$
ytan	0°.10	0°.80	12°.22	0°.80
1 m.	0.14	0.80	12.22	1.12
2 m.	0.14	—	—	1.51
3 m.	0.16	—	—	1.70
5 m.	0.63	0.80	12.20	2.23
10 m.	1.28	1.24	8.97	2.75

Vi se, att i Gefsjön, vars areal uppgår till c:a 9 kvkm., temperaturerna under vinter, vår och höst äro lägre än i den vida större Storsjön. Under sommaren befinnas de däremot något högre. Språngskikt finnes utbildat endast vid augustimätningen och även då på rätt obetydligt djup. I slutet av oktober är skiktningen redan helt omvänd och efter den 25 oktober kan sjöns tillfrysning väntas redan efter ytterligare någon dags köld.

Under årens lopp har jag i mellersta Sverige gjort åtskilliga temperaturmätningar. Då dessa äro rätt detaljerade, anför jag några av dem här in extenso:

Djup	Gensen V. Dalarna d. $\frac{12}{7}$ 1912	Frötuna Kyrksjö Ö. Uppland d. $\frac{22}{8}$ 1912	Lommaren Ö. Uppland d. $\frac{29}{8}$ 1912	Rimbo Långsjön Ö. Uppland d. $\frac{31}{8}$ 1912	Vällen Ö. Uppland d. $\frac{1}{10}$ 1912
ytan	21°.4	18°.6	16°.4	16°.2	8°.45
1 m.	—	18.6	16.4	16.15	8.5
2 m.	—	18.6	16.4	16.15	8.5
3 m.	19.7	18.6	16.3	16.15	8.5
4 m.	—	18.45	16.2	16.05	8.5
5 m.	—	18.25	16.2 B.	16.0	8.7 B.
6 m.	13.8	17.65		16.05	
7 m.	—	12.6		15.7 B.	
8 m.	—	10.25			
9 m.	9.65	9.5			
10 m.	—	8.75			
11 m.	—	8.25			
12 m.	8.5	8.05			
13 m.	—	7.8			
14 m.	—	7.65 B.			
15 m.	7.6				
17 m.	7.5 B.				

I sjön Sparren, likaledes i östra Uppland, tog jag i början av september 1912 tre detaljerade temperaturserier på olika platser mitt i sjön, där djupet något varierade:

Djup	d. $\frac{2}{9}$ 1912 kl. 10,45 f. m.	d. $\frac{2}{9}$ 1912 kl. 3,15 e. m.	d. $\frac{3}{9}$ 1912 kl. 3,10 e. m.
ytan	16°.0	16°.1	15°.7
1 m.	15.8	16.1	15.75
2 m.	15.75	15.8	15.75
3 m.	15.7	15.7	15.75
4 m.	15.7	15.7	15.6
5 m.	15.7	15.7	15.65
6 m.	15.6	15.65	15.65
7 m.	15.6	15.25	15.65
8 m.	13.5	12.2	15.55
9 m.	12.0 B.	10.25	13.2
10 m.		9.55	12.1
11 m.		9.2 B.	11.9
12 m.			11.7
13 m.			11.6 B.

Sammanfatta vi nu dessa erfarenheter rörande de svenska sjöarnas termik, ter sig det hela på följande sätt.

I Mälaren fann HAMBERG ett språngskikt på 30—40 meters djup. Samma maximumdjup har anträffats i Europas in- och randhav. I de större nordsvenska sjöarna går språngskiktet tydligen ned till 25—30 meter. Mindre sjöar i såväl Nord- som Syd- och Mellansverige ha språngskiktet på ett djup varierande mellan 12 och 20 meter alltefter sjöarealen. — *I de större sjöarna befinner sig alltså denna termiska vändpunkt på större djup än i de mindre, men temperaturen ovan detsamma blir samtidigt lägre.* I grundare sjöar — 5 till 10 meter — når språngskiktet botten redan tidigt på sommaren.

Temperaturen ovan språngskiktet är i södra och mellersta delarna av vårt land betydligt högre än i de norra delarna. Även temperaturen nedanför detta lager är

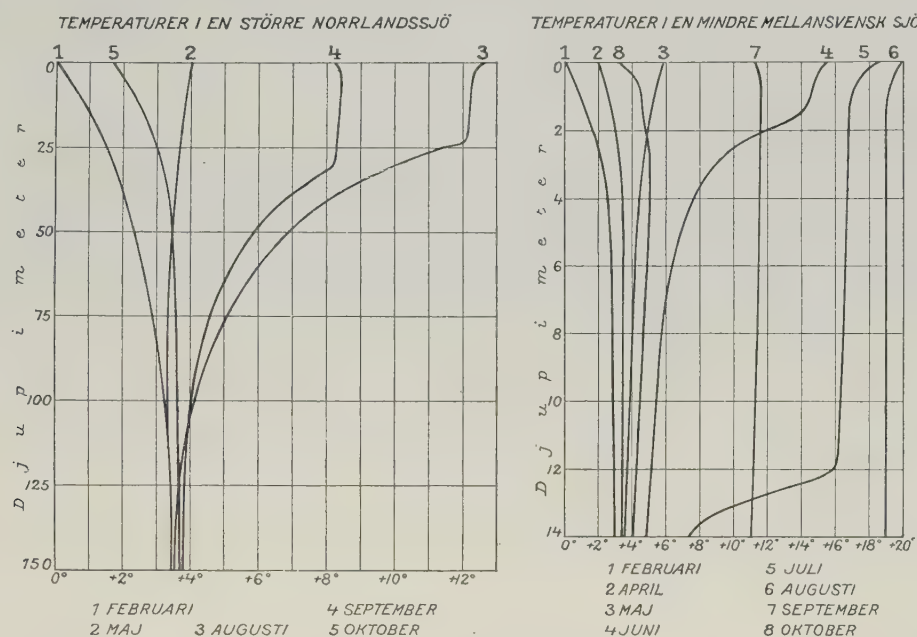


Fig. 6. Schematisk framställning av temperaturens fördelning i ett par svenska sjötyper under den varmare årstider.

— dock obetydligt — högre söderut än norrut. Detta senare förhållande medför, att ju längre mot norr man kommer, desto mindre blir differensen i temperatur ovan och nedan språngskiktet, så att man i de högnordiska sjöarna, t. ex. Vassijaure och Enare träsk, knappast kan visa existensen av ett språngskikt. Djup- och yttemperaturer gå här nästan i ett.

Den värmemängd, som magasineras exempelvis under varje kvadratdecimeter av en sjöyta, blir i Nordsveriges sjöar betydligt mindre än i Mellan- och Sydsveriges samt står i någorlunda direkt proportion till språngskiktets djupläge och medeltemperaturen ovanför detsamma. Då det visat sig, att även vattnet under språngskiktet betydligt påverkas av den årliga amplituden, tillkommer här för djupare sjöar ett ofta betydande tillskott till sjöns värmemagasin, någorlunda proportionellt till sjödjupet i dess helhet under språngskiktet. En sjö med språngskikt på 30 meters djup och en temperatur ovan detsamma om 12° magasinerar mitt i sommaren under varje kvadratdecimeter av sin yta ej mindre än c:a 3 600 kilogramkalorier. En annan sjö i samma trakt med språng-

skikt på 12 meters djup har kanske en medeltemperatur ovan detta av 18° , men magasinerna under samma yta endast c:a 2 160 kalorier. Av dessa magasin måste största delen eller c:a 80—90 % — vi anta en genomsnittlig vintertemperatur i vattnet om 2° till 3° — avgivas, innan isläggning kan äga rum. En sjö av den förra typen om t. ex. 50 meters djup och en sommarbottentemperatur av 6° och en vinterbottentemperatur av 3° , magasinerna ytterligare under varje kvadratdecimeter c:a 1 200 kalorier, av vilka väl nästan hälften skola bortföras, innan ytan fryser. Har den ett djup av 150 meter, skulle magasinstillskottet vara 4 800 kalorier, av vilka dock större delen, förmodligen över tre fjärdedelar, stannar kvar.

Värmeavgivandet sker uteslutande från ytan, och även om vi bortse från de absoluta värmemängderna, tar det givetvis längre tid att vända om den termiska lagringen hos en vattenpelare av 30—40 meters längd än hos en sådan om något tiotal meter. Omvändningen i den djupare delen av lagerföljden går i början rätt långsamt, men hastigheten ökas så småningom, allteftersom likheten i täthet mellan de olika vattenlagren med sjunkande temperatur blir större.

Sjöar, där språngskiktet kanske redan tidigt på sommaren når botten, ha ännu mindre värmekapacitet än de nyss nämnda, direkt proportionell mot djupet. Ty i bottenens gyttjelager förekommer, om man vill uttrycka saken så, ännu ett språngskikt. Såsom TRYBOM's undersökningar i småländska sjöar (TRYBOM 1896) tyckas visa och enligt erfarenheter, som jag själv gjort vid mätningar i sjöar i Uppland och Dalarna, sjunker nämligen temperaturen hastigt under bottengyttjans ytlager.

Den första, som ger en antydning om vindens roll för sjöarnas termik, torde vara ULE i sitt arbete om de baltiska sjöarnas temperaturförhållanden (ULE 1893): »RICHTER konnte zwar mit Recht behaupten, dass die bescheidenen Wellen des Wörther Sees unmöglich die Übertragung des warmen Oberflächenwassers in die Tiefe besorgen könnten. Aber in den baltischen Seen, wo selbst geringe Luftbewegungen die völlig ungeschützten Wasserflächen heftig zu erregen vermögen, liegen die Verhältnisse doch anders. Dort ist ein Einfluss des Windes selbst bis in eine Tiefe von 20 m wohl denkbar und durch meine Beobachtungen im Mauer-See auch sicher nachgewiesen. Dort mussten die Messungen an einem Tage wegen stürmischen Wetters ausgesetzt werden. Am folgenden Tage zeigte sich in der That in der Lage und Form der Sprungschicht eine deutlich bemerkbare Veränderung. Da ähnliche Umlagerungen der verschieden temperierten Wasserschichten auch nach anderen windigen Tagen aufgetreten waren, so konnte kein Zweifel bleiben, dass hier eine Wirkung des Windes vorlag. Allerdings waren die Änderungen keine wesentlichen, auch betreffen sie mehr die Form als die Lage der Sprungschicht.»

ULE's uppslag fullföljdes varken av honom själv eller av andra tyska forskare. Däremot har AXEL HAMBERG i två viktiga arbeten (A. HAMBERG 1896 och 1911) påpekat och bevisat vindens betydelse för vattenblandningen vid den tid på året, då vattnet har sin största täthet, omkring $+4^{\circ}$. Även GRENANDER påpekar vindens betydelse.

Förut anförda material till belysande av sjöarnas termiska tillstånd under olika årstider visar två saker. Dels att språngskiktet ligger djupare i de större sjöarna än i de mindre, dels att detsamma ligger lika djupt i de nordligaste (så långt norrut, som det

kan påvisas) som i de sydligaste sjöarna med samma areal. Däremot är temperaturen ovan språngskiktet lägre norrut än söderut.

Ur dessa fakta vill jag draga några slutsatser av vikt. Temperaturen ovan språngskiktet härrör från lufttemperaturen, delvis också från solstrålningen. Men denna temperaturs fortplantning mot djupet sker så gott som uteslutande med vindens tillhjälp. Under varje starkare storm uppstår en ytström i stormens riktning, kompenserad av en underström åt motsatt håll; insjöfiskare göra ofta den erfarenheten att nät, utlagda vid sjöbotten, under stark storm driva *mot* denna. Härigenom gräver sig språngskiktet nedåt. Bottenkonfigurationen är därvid ej utan betydelse. Nästa storm bringar språngskiktet ännu längre mot djupet. Vid lugnt väder skrider språngskiktet nedåt genom (vertikala) konvektionsströmmar. Under långvarigt lugnväder efter en stormperiod kan språngskiktet möjligen även återtaga ett högre läge på grund av konvektionsströmmar. Ju större sjöarealen är, desto vidare spelrum har vinden, desto större bli vågorna, desto djupare pressas språngskiktet ned, samtidigt som vattnet ovan detsamma genom blandning med djupvatten blir kallare, och desto större kvantitet värme kan »nedröras» i sjön.

I början av sommaren vandrar språngskiktet raskt nedåt, sänkingshastigheten avtar så småningom, dels på grund därav, att endast starkare stormar förmå röra upp vattnet på större djup, dels på grund av en ökad skillnad i täthet mellan yta och djup, ju varmare ytvattnet blir, något som naturligtvis gör att blandningen går långsammare. Under sensommaren kan språngskiktet åter vandra hastigare, då temperaturen ovan detsamma börjat avtaga på grund av begynnande höstkyla, men samtidigt förberedes också omvändningen av lagerföljden.

För isläggningsens vidkommande, vilken företeelse ju närmast intresserar oss, betyder detta, att vinden såsom värmefaktor och därmed på isläggnings inverkan faktor måste tillmätas en högst väsentlig betydelse.

Vind, sjöareal och djup äro således tre isläggningsfaktorer av synnerligen stor vikt och med mycket intim samverkan. Vi skola nu övergå till att med anförande av exempel ytterligare diskutera dessa ävensom några andra faktorer, i den mån deras betydelse icke framgått av det föregående.

Areal och höjd över havet i nedanstående exempel hava erhållits från generalstabskartorna i skala 1:100 000 eller 1:200 000. Strandlinjens direkta längd har för Jäxbosjöarna uppmätts på samma kartor. För att få även denna senare storhet uttryckt med en siffra, uppskattas den efter den av PENCK föreslagna formeln (FOREL 1901, sid. 42):

$$U = \pm \frac{\lambda}{2\sqrt{G}\pi},$$

där λ = den direkt uppmätta strandlängden och G = sjöarealen.

Rörande arealens betydelse såsom på isläggnings inverkan faktor har i det föregående ordats. Större areal lämnar vinden större spelrum. Ofta — dock långt ifrån alltid — följer med större areal även större djup. Mellan dessa båda senare faktorer kan sålunda ett slags direkt förhållande ibland sägas existera. En mindre sjö har däremot ofta även en mindre rikt utbildad kontur. Areal och strandutveckling stå därför i ett slags omvänt förhållande till varandra. Stora sjöar äro ibland uppdelade i skilda bäcken, sammanhängande genom smalare sund. I sådant fall borde sjön behandlas icke såsom

en sjö utan såsom flera. Och den av PENCK föreslagna, ovan citerade formeln blir då för vårt ändamål missvisande.

Att temperaturen avtager med växande höjd, är ett känt faktum. Enligt HANN (HANN 1908, del I., sid. 212 o. f.) är värmets direkta avtagande $0^{\circ}.63$ för varje hundratal meter i genomsnitt. Härifrån finnas dock en hel del avvikelser. Värmeavtagandet längs sluttningen av en isolerad bergstopp är större än utmed ett långsluttande landområde. »Für die allgemeinen kontinentalen Landerhebungen dürfte wohl die Wärmeänderung mit der Höhe näher an $0^{\circ}.4$ als an $0^{\circ}.5$ liegen.» (HANN 1908, sid. 214.) Detta kan anses motsvara en isothermförflyttning norrut av några tiotal km., vilket åter skulle betyda ett tillbakaskjutande av isläggningstidpunkten av c:a 2—3 dagar.

Om vi fästa oss uteslutande vid arealen och inom ett utvalt område med goda isläggningsobservationer undersöka förhållandet mellan isläggningstidpunkt och sjöareal, skola vi finna, att detta förhållande sannolikt icke är av lineär art.

I närheten av Sandträsk järnvägsstation i Edefors socken, Norrbottens län, ha under åtta år isobservationer utförts beträffande sju sjöar. Förhållandena här lämpa sig någorlunda för en jämförelse av antytt slag. Sjöarnas areal varierar mellan 16.20 och 0.36 kvkm. Höjden över havsytan växlar naturligtvis något, dock inom relativt trånga gränser. Då omgivningarnas topografi av kartorna att döma är mycket likartad, och samtliga sjöars längdutsträckning ensartad, nordnordväst-sydsydost, torde särskild hänsyn icke behöva tagas till dessa faktorer. Beträffande djupförhållandena är ingenting känt. Dock bör påpekas, att en av de observerade sjöarna kallas Grundträsk, vilket ju kan tyda på att denna sjö är mindre djup än de övriga. Eljes pläga, enligt min erfarenhet från sjöar i liknande skogsterräng i Dalarna, djupet i sådan terräng som den föreliggande vara tämligen likartat. Strandutvecklingen tycks vara ungefär densamma för alla sjöarna. Areal (uttryckt i kvkm.), höjd (i meter över havet) och isläggningstid (antal dagar före årsskiftet) äro följande:

Sjö	Areal	Höjd	Isläggn.
Degervattnet	16.2	137	62.3
Svanisträsk	4.8	173	68.3
Bredträsk	2.2	155	70.1
Sandträsk	2.0	162	67.3
Mörtträsk	0.68	149	79.0
Gransjön	0.36	153	85.6
Grundträsk	0.24	160	88.0

Uttrycka vi förhållandet mellan areal och isläggningstidpunkt för dessa sjöar grafiskt genom inpassning av resp. siffror i ett koordinatsystem, där ordinatan anger arealen, abskissan isläggningstidpunkten, så som skett i fig. 7, finna vi, att den linje, som anger sambandet, blir en starkt böjd kurva.

Även från en del andra stationer ha vi, såsom inledningsvis omnämnts, observationer från ett flertal sjöar. Ett försök att med dessa förfara på liknande sätt misslyckas emellertid i regel på grund av de övriga faktorer, djup, strömförhållanden, höjd, etc., vilka här inverka störande.

Från Jäxbo i Malma socken, Västmanlands län, hava följande sjöar under 18 år observerats:

Sjö	Areal	Höjd	Strandutv.	Islägg.
Skedvisjön	9.0	49	1.9	40.4
Långsvan	7.6	68	2.1	40.2
Västlandasjön	6.3	50	1.2	40.5
Oppäsen	5.1	63	1.5	40.4
Iresjön	4.9	76	3.2	42.6
Lillsvan	3.8	68	1.6	44.8
Rölen	1.5	63	1.4	42.3
Lundbysjön	1.3	47	1.7	43.4
St. Välen	0.80	80	1.4	44.5
Meslängen	0.79	76	3.1	42.2
Spaden	0.71	69	1.0	50.9
Andern	0.49	75	1.8	42.6
Tisjön	0.46	75	1.2	42.3
Rotsjön	0.34	69	1.8	43.3

Ett försök att med tillhjälp av den vanliga korrelationsmetoden (se t. ex. WAL-LÉN 1914 eller EXNER 1911) i siffror uttrycka sambandet mellan de olika storheterna har misslyckats, dels på grund av det ringa antalet sjöar, dels emedan sambanden ej äro lineära.

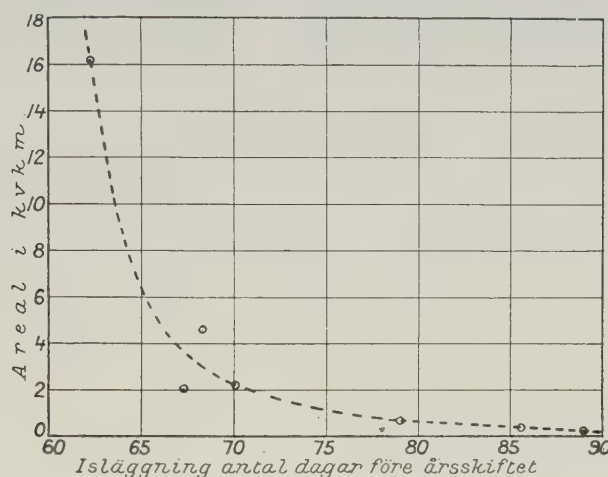


Fig. 7. Sambandet mellan sjöareal och isläggningstidpunkt hos sju sjöar i Edefors socken, Norrbottens län.

Av de nämnda sjöarna är Spaden en nästan cirkelrund liten slättsjö, överallt omgiven av öppen mark; av allt att döma bör dess djup vara synnerligen obetydligt, förmodligen endast 2—3 meter. Även Rölen är delvis omgiven av öppen terräng. Andern är en liten flodsjö, genomdragen av Hedströmmens vatten. Såsom flodsjöar kunna även Långsvan, Lillsvan och Lundbysjön karakteriseras. Västlandasjön har för mig uppgivits vara rätt grund. Till formen är den nästan rund, med stor, öppen vattenyta. Som den omgives av låg terräng, är dess yta väl exponerad för alla vindar. Oppäsen (uppges vara »djup») och Skedvisjön (enligt mina lodningar sommaren 1913 med ett maximidjup av 9.4 meter) ha utpräglad sträckning i NO—SV. Övriga sjöar äro skogs-sjöar.

Vad som möjligen kan vara ägnat att förvåna är den ringa betydelse, som strandens rikare utveckling har. Vid ovannämnda korrelationsförsök erhöles t. o. m. negativ korrelationskoefficient, vilket skulle antyda, att isläggningen i genomsnitt försenas med

ökad strandutveckling. Såväl Iresjön som Meslängen ha rikt utvecklade stränder, den förra med massor av holmar, den senare uppdelad i flera smala bäcken.

Arealens betydelse visar sig däri, att de fyra största sjöarna lägga sig omkring två dagar före de övriga. Iresjön är till sin areal i det närmaste lika stor som Oppäsen, men har rikare strandutbildning; det är tänkbart att i detta fall sjöns senare isläggning kan skyllas den sistnämnda faktorn.

Höjdskillnaden mellan den högst och den lägst belägna sjön uppgår endast till 39 meter, och något inflytande av höjden kan ej säkert konstateras.

Från Laxnäs i Tärna socken, Västerbottens län, ha under ett antal år iakttagelser gjorts beträffande isförhållandena i 6 större sjöar. Siffrorna från dessa te sig på följande sätt:

Sjö	Areal	Höjd	Islägg.
Björkvattnet	25.4	391	33.3
Tångvattnet	14.4	471	33.5
Laisotsjaur	13.0	452	53.4
Gardiksjön	11.8	377	46.4
Joesjön	6.2	486	48.8
Västansjön	4.5	452	52.0

Här framgår arealens betydelse med nästan lika stor tydlighet som hos de från Sandträsk observerade sjöarna. En enda sjö, Laisotsjaur, visar bestämd avvikelser. Denna är en förmodligen betydligt uppgrundad flodsjö, som mottager större mängder kallt fjällvatten. Något utpräglat höjdflytande kan ej heller här säkert spåras, oaktat höjdskillnaderna äro ganska betydande; resp. höjder falla ju inom en maximidifferens av 109 meter. Tångvattnet lägger sig samtidigt med Björkvattnet trots en höjddifferens om c:a 80 meter. Vad djupet beträffar, vet man endast om Björkvattnet, att denna sjö har ett maximidjup av 74 meter (SAHLSTRÖM 1916).

Observationer rörande isförhållandena i sju sjöar hava insänts från Slätten, Föllinge socken i Jämtlands län. Siffrorna se ut på följande sätt:

Sjö	Areal	Höjd	Islägg.
Sandvikssjön	12.0	284	52.1
Holmsjön (Gysen)	11.3	396	55.7
Åkersjön	11.2	473	53.2
Lövsjön	8.5	303	52.9
Ottsjön	8.2	311	54.7
Föllingesjön	3.3	292	60.2
Ockren	2.5	298	51.4

Vi ha här en tydlig indelning i tre olika storleksklasser, men isläggningssiffrorna tyda på att andra faktorer än sjöarealen bestämma tillfrysningen. Medeltalet för tillfrysningen av de tre första sjöarna är 53.7 dagar, för de två följande 53.8 och för de två sista 55.8 dagar. Skulle man på dessa tre medelsiffror grunda en kurva liknande den i fig. 7, skulle även denna kurva förete en stark böjning.

Den första storleksgruppens tre sjöar ha alla 11 à 12 kvkm:s areal men inbördes c:a 100 meters nivåskillnad. Alla tre sjöarna ha sin längdutsträckning i NNV—SSO. Holmsjön ligger c:a 2 mil väster om Sandvikssjön, Åkersjön c:a 1 mil väster om Holmsjön. Den sist-

nämnda lägger sig avsevärt tidigare än de båda andra. Måhända ligger förklaringsgrunden härtill delvis däri, att den, såsom ock namnet angiver, har en hel del små öar och holmar, vartill kommer, att dess bredd knappast överstiger en km., under det längden uppgår till över en mil. Åkersjöns västliga läge i förhållande till de båda andra bör enligt isläggningskartan (fig. 8) försena dess isläggning med ett par dagar. Lövsjön, Ockren och Sandvikssjön genomflytas i nu nämnd ordning av sjön Hotagens vattenrika avloppså, Hårkan. Det inbördes avståndet mellan sjöarna utgör blott ett par km., och det är sannolikt, att vi ur denna omständighet kunna härleda dessa tre sjöars sena och någorlunda samtidiga isläggning. De mottaga alla tre från ovanför liggande sjöar varmare djupvatten, varigenom isläggningsen några dagar uppskjutes. Ottsjön, strax öster om Lövsjön och ungefär av samma areal, tillfryser c:a 2 dagar tidigare än denna. I motsats mot Lövsjön har Ottsjön ett mycket obetydligt vattenområde och följaktligen betydligt långsammare vattenväxel. Orsaken till Föllingesjöns tidiga isläggning i jämförelse med den till samma storleksklass hörande Ockren torde likaledes vara att söka i det långsammare vattenutbytet.

Vi se sålunda, att beträffande Föllinge-sjöarna även andra faktorer än sjöareal och höjd över havet, särskilt vattenväxeln, synas ha betydelse för isläggningstiden.

Från Ösbyholm i Frötuna socken, Stockholms län, hava gjorts observationer rörande isförhållandena i följande sjöar:

Sjö	Areal	Höjd	Isläggn.
Limmaren	5.8	4.5	37.0
Frötuna Kyrksjö . . .	1.3	5.6	32.6
Skogsviken	0.77	0.0	47.5
Holmsjön	0.72	5.0	42.3
Norrsjön	0.13	7.1	50.6
Väsby Maren	0.02	7.0	50.6

I detta fall kan man utan vidare eliminera höjden över havet såsom på isläggnings-tiden inverkan faktor. Skogsviken är icke en sjö i vanlig bemärkelse utan en vik av Östersjön, som skjuter långt in i hjärtat av Rådmansöhalvön sydost om Norrtälje. Det sund, varigenom Skogsviken står i förbindelse med havet, är dock i det närmaste igengrundat och igenväxt. Huruvida något tillförsel av havsvatten hit numera äger rum, har jag mig ingenting bekant om; detta skulle kunna tänkas vid långvariga, hårda ostliga vindar med ty åtföljande hafsdämning mot den uppländska kusten.

Som synes, lägger sig Frötuna Kyrksjö trots sin mindre areal 4—5 dagar senare än den flera gånger större Limmaren. Den senare sjön är till sin form nästan rund och borde, omgiven av lägre mark, som den är på alla håll, bjuda vida större vindexposition än den flikiga, av höga bergstränder skyddade Kyrksjön. I detta fall är med all säkerhet sjöarnas olika djup den utslagsgivande faktorn. Frötuna Kyrksjö har av mig lodats; det visade sig härvid, att dess djup var betydande, maximidjupet ej mindre än 14.4 meter, vartill kommer, att på grund av bottnens starka lutning utåt sjön dess medeldjup är relativt mycket stort. Kyrksjöns värmekapacitet bör följaktligen vara ganska stor. Limmaren har icke av mig lodats, men enligt säkra uppgifter, som jag erhållit av personer, vilka fiska i denna sjö, når dess djup ingenstädes 5 meter och torde i allmänhet ute på den öppna ytan ej överstiga 2—3 meter. Holmsjön och Skogs-

viken ha ungefär samma areal. Djupet är i båda obetydligt, högst ett par meter. Orsaken till Holmsjöns senare isläggning kan måhända sökas däri, att dess stränder äro öppna och flacka, under det Skogsviken, belägen mitt inne i gabbromassivet på Rådmansö, har höga, skogiga bergsstränder. Norrsjön och Väsby Maren äro gölar om några hektars yta och någon meters djup, delvis igenvuxna av vass.

I detta fall finna vi således ett tydligt exempel på sjödjupets betydelse i jämförelse med arealens och vindexpositionens.

Vid Ekelsjö i Bringetofta socken och Fredriksdal i Almesåkra socken, Jönköpings län, i de högst belägna delarna av det småländska högländet hava samtida och därför någorlunda jämförbara isiakttagelser gjorts över ett antal mindre sjöar:

Sjö	Areal	Höjd	Islägg.
Fredriksdalssjön	1.7	312	46.4
Davidstorps sjö	1.6	321	46.8
Lannafalls sjö	0.9	315	46.5
Almesåkra sjö	0.8	308	46.3
Klappa sjö	0.53	339	45.7
Kalvsås sjö	0.48	322	45.8
Säfsjön	0.33	311	47.4
Falla sjö	0.18	295	47.3
Ekelsjö sjö	0.17	349	47.6
Gäsegöls sjö	0.06	325	47.8

Om vi bortse från Klappa sjö och Kalvsås sjö, se vi här ett tydligt arealinflytande, yttrande sig däri, att de större sjöarna lägga sig c:a en dag före de mindre. Orsaken till de båda nämnda sjöarnas försenade isläggning tors jag ej yttra mig om, möjligen kan den bero på någon olikhet i djupförhållandena. Sjöarnas ifråga djup är nämligen alls icke känt.

Från Hult i Nottebäcks socken, Kronobergs län, finnas mångåriga uppgifter från tio sjöar:

Sjö	Areal	Höjd	Islägg.
Madkroken	11.5	197	26.2
Vartorps sjö	5.2	175	32.0
Ånghultssjön	3.8	210	22.3
Norrsjön	3.2	201	29.6
Söraby sjö	2.7	174	32.6
Hultbren	2.0	242	31.6
Horshaga sjö	0.44	284	33.1
Borsjön	0.37	175	34.8
Hedasjön	0.22	223	32.4
Värgölen	0.15	279	33.0

Den senaste isläggningen äger rum i Ånghultssjön, vilken genomrinner av en stor å. Denna har då passerat den c:a 3 km. ovanför belägna lilla Hedasjön, som på grund av sin obetydliga areal har möjlighet till tidigare isläggning. Från Ånghultssjön rinner vattnet genom en kort ström med ett fall på c:a 10 meter ned i Norrsjön; i denna ström synes vattnet hunnit bliva ordentligt avkyld, vilket medför, att sistnämnda sjö lägger sig c:a en vecka tidigare än Ånghultssjön. Förmodligen spela även olika djupförhållanden in. Småsjöarna lägga sig visserligen tidigare än de större, särskilt Borsjön, som överallt är omgiven av torvmarker och sannolikt mycket grund, men om man bortser från Madkroken och Ånghultssjön är tidsskillnaden oväntat liten.

Isförhållandena i ett antal sjöar i östra Halland och angränsande trakter av Västergötland ha under åtskilliga år observerats:

Sjö	Areal	Höjd	Islägg.
Mäsen	4.0	51	2.6
Stensjön	3.1	13	10.7
Skärsjön (Grimetons s:n)	3.0	49	1.5
Neden	2.5	77	4.4
Skärsjön (Fjärås s:n)	1.22	66	14.3
Barken	1.18	84	19.2
Skällesjön	0.32	113	21.2
Tagsjön	0.13	81	20.2
Gällarpssjön	0.08	77	22.0

Rörande dessa sjöar må följande reflexioner göras. Mäsen, som har mera isometrisk utsträckning än de övriga, torde vara den djupaste och lägger sig i genomsnitt först 2—3 dagar efter årsskiftet. Stensjön, den näst största, genomflytes av vatten, vilket kommer från den stora och djupa sjön Lyngen men som därefter passerat en mindre sjö och fallit 2—3 meter, varigenom det avkylts. Beträffande de fyra minsta sjöarna synes arealen vara den utslagsgivande faktorn.

Innan vi övergå att diskutera kartan över isläggnings framskridande över landet, vilja vi ta en överblick över de regionala isläggningsfaktorernas inverkan i landets olika delar.

Norra Norrland, fjälltrakten i väster. Fördröjande på isläggningsverkan här den långt in på hösten relativt höga atlantiska temperaturen samt de starka ost-västliga vindarna. Med vinden samverka de avsevärda sjöytorna samt det sannolikt stora sjödjupet. Härtill kommer, att sjöarna ofta ha sin längdutsträckning i de härskande vindarnas riktning. En avsevärt stor molnighet hindrar värmeutstrålningen från vattenytorna. Befordrande på isläggningsverkan skulle däremot verka den visserligen på grund av de små vattenområdena relativt ringa vattentillförseln, som dock till huvudsaklig del består av kallt fjällvatten. Nederbörden är i dessa trakter mycket stor och håller sig dessutom under isläggningsmånaderna, oktober och början av november, något över medelnederbörd.

Norra Norrland, inre landet. Isläggningsverkan befördras här av den relativt låga temperaturen, som tidigt och hastigt bryter in över landet. Likaledes starkt befordrande verkar den ringa molnigheten, visserligen över medelmolnighet men ringa, om man jämför den med motsvarande förhållande i övriga delar av landet (se tabellen sid. 19). Sjöarna äro, om vi bortse från de stora flodsjöarna, vilka bilda en kategori för sig, rätt små och deras djup torde i allmänhet ej överstiga de för skogsområdena vanliga sjödjupen, c:a 15—25 meter. Vindstyrkan vid tiden för isläggningsverkan är, såsom i det föregående visats, mycket obetydlig. Vattenförsörjningen åter torde vara större än inom föregående område på grund av landets allmänna topografi och de större vattenområdena. Försenande skulle här endast verka den ringa förvinternederbörden, men, såsom HOLMSEN visat, är nederbördens roll för vattnens avkylning mycket obetydlig. Överhuvudtaget torde kunna sägas, att inom området de allra flesta faktorer äro synnerligen gynnsamma för en tidig isläggning.

Mellersta Norrland. Härmed avses inlandet från Storsjötrakten i Jämtland till och med västra Ångermanland och Medelpad. I allmänhet äro förhållandena här mindre gynnsamma för en tidig isläggning än i det inre av Norrland norr och även söder om detta område. De vindar, som ha sin stråkväg genom Jämtlandspasset, stryka här fram med avsevärd styrka och bidraga till att hålla temperaturen hög rätt långt fram på hösten. Sjöarna äro dessutom ofta orienterade just i riktningen för dessa vindar, varjämte djupet ibland är ganska betydande, 40—50 meter hos större sjöar. Den absoluta nederbörden är ringa, i den mån den kan bidraga till vattnets avkylning om hösten, och håller sig ungefär vid medeltalet för året. Sjöarnas vattenområden däremot äro ofta rätt stora och vattenutbytet blir följaktligen ganska snabbt.

Södra och mellersta Norrland, fjälltrakten i väster. Retarderande på isläggningsen verkar i trakterna norr om Kallsjön den relativt höga hösttemperaturen. Denna är åter i de södra fjällen, som ju bilda den nordvästliga utlöparen av den centralnorska höjdryggen, betydligt lägre. Sjöarnas areal är oftast stor och djupet likaledes betydande. Stor molnighet verkar här återhållande på isläggningsen. Nederbörden är ganska betydande, vattenförsörjningen däremot relativt liten på grund av små vattenområden, men det vatten, som rinner till sjöarna, härstammar från fjällen och är kallt.

Södra Norrland, inre landet. För detta område gälla samma faktorer, som för det inre av övre Norrland. Temperaturen är naturligtvis på grund av det sydligare läget något högre.

Norrland, kusten. Temperaturen är hög, dock måhända knappast så hög som samtidigt i de västra fjälltrakterna. Vindstyrkan blir på grund av havets närhet betydande. Närmare överensstämmelse mellan sjöorientering och vindriktning saknas. Molnigheten är rätt avsevärd. Sjöarealen växlar betydligt men djupet är i regel obetydligt. Vattenutbytet i flodsjöarna är mycket betydande.

Svealand. Tvärs över Sverige går ett bälte, där temperaturen i allmänhet, så också under hösten, är högre än längre söderut. Isläggningsen försenas naturligtvis härigenom. Vindstyrkan, som är betydlig, hindrar likaledes isläggningsen, men sjöarna äro sällan orienterade efter vindriktningen. Dessutom äro såväl sjöareal som sjödjup överallt obetydliga. Molnigheten befinnes i jämförelse med de norra delarna av landet mycket betydande. De små vattenområdena medföra i regel rätt ringa vattenombyte. Nederbörden, som skulle kunna tänkas verka befordrande på ytvattnets avkylning, är i det inre landet under medelnederbörd men vid kusten något större.

Götaland, västkusten. Som fördröjande faktorer verka här den långt in på hösten höga temperaturen samt de starka vindarna i riktning väst-sydväst. I samband med den avsevärda nederbörden, vilken till stor del faller såsom regn, står den mycket stora molnigheten (se tab. sid. 19). Ofta nog ha sjöarna härnere oväntat stort djup och deras längdorientering är delvis överensstämmande med härskande vindriktning.

Götaland, inre landet. Här är temperaturen avsevärt lägre än vid kusterna och denna låga temperatur inträffar helt naturligt också tidigare. Den ofta nog avsevärda sjöarealen motväges av ett jämförelsevis ringa djup. Vinden spelar ej samma fördröjande roll som på många andra trakter, dock måhända något större än i det inre av

Norrland. En längdoriering av sjöarna i förhållande till vindriktningen kan icke påvisas.

Götaland, ostkusten. Liksom längs kusterna i allmänhet är här temperaturen högre än vid motsvarande breddgrad inne i landet. Sjöarealen torde däremot ofta, såsom fallet är nedom marina gränsen vara mindre än längre in i landet och djupet torde likaledes vara rätt obetydligt. Vinden utgör naturligtvis här som i övriga kusttrakter en starkt fördröjande faktor, men någon utpräglad längdoriering efter vinden kan knappast sägas existera. I samband med den rätt stora nederbörden står en mycket hög molnighetsgrad.

Skåne. Orsaken till den tidiga isläggningsen i de skånska sjöarna torde förnämligast böra sökas i deras obetydliga areal och ringa djup. Vattenområdenas litenhet medför också ett mycket litet vattenutbyte. Vindriktningen är rätt varierande, dock med någon övervikt för ost-västliga vindar, men vinden kan här på de vida slätterna verka utan hinder av en kuperad terräng. Någon sjöorientering efter vindriktningarna förekommer naturligtvis alls icke. Endast för Skånes vidkommande skulle man kunna tänka sig ett visst inflytande i form av fryspunktsnedsättning till följd av stora mängder lösta ämnen (0.2 ‰), men om ett sådant inflytande verkligen skulle förefinnas, förmår faktorn ifråga på intet sätt göra sig gällande mot de övriga, isläggningstidpunkten dikterande faktorerna, temperatur, sjöareal och sjödjup.

I fig. 8 återges en karta, visande isläggningsens fortskridande från trakt till trakt inom landet, varvid isläggningsdatum uttryckes i antal dagar före årsskiftet. Vad som måhända först faller i ögonen är, att isokronsystemets axel i norra Sverige ligger i halvöns mittlinje, icke längs landets högsta partier längre västerut. Det kontinentala draget i det inre Nordsveriges klimat om hösten och vintern återges alltså här måhända tydligare än på t. ex. temperaturkartorna (H. E. HAMBERG 1908). Den egentliga köldaxeln följer däremot för mellersta och södra delarna av halvön dennas högsta partier, som ej sammanfalla med mittpartierna. Samma kontinentala drag återkommer emellertid, ehuru betydligt försvagat, i södra Sverige i form av några enklaver med tidigare isläggning, dels på det småländska höglandet, dels kring norra delen av Vättern.

På sina håll finnas hos de utsatta punkterna avvikelser från de uppdragna isokronerna. Dessa avvikelser bero i varje särskilt fall på bestämda orsaker, mestadels, då punkten visar för högt tal, på de observerade sjöarnas ringa areal, då den visar för lågt på det motsatta förhållandet. Någon gång kan också den omständigheten tänkas spela in, att observationsserien omfattar en tid, som i allmänhet utmärker sig för sen eller tidig isläggning, beroende på den periodicitet hos företeelsen ifråga, som senare skall göras till föremål för utredning.

Några punkter förtjäna måhända ett särskildt omnämnande. I norra delen av Västernorrlands län återfinnes en siffra 46, liggande inom ett område, där isläggning eljes synes äga rum 50—60 dagar före årsskiftet. De uppgifter, varpå sagda siffra huvudsakligen grundar sig, härröra från Betarsjön och gälla den dag, då isen i genomsnitt under 25 år blivit gångbar, ej själva isläggningsdagen. Men just härigenom har siffran ett visst värde, i det vi få en föreställning om hur snart efter isläggningsinträffande en sjö blir gångbar i dessa trakter. Dock bör tilläggas, att Betarsjön har en rätt stor areal, c:a 36 kvkm., vilket i och för sig medför sen isläggning.

ISLÄGGNING

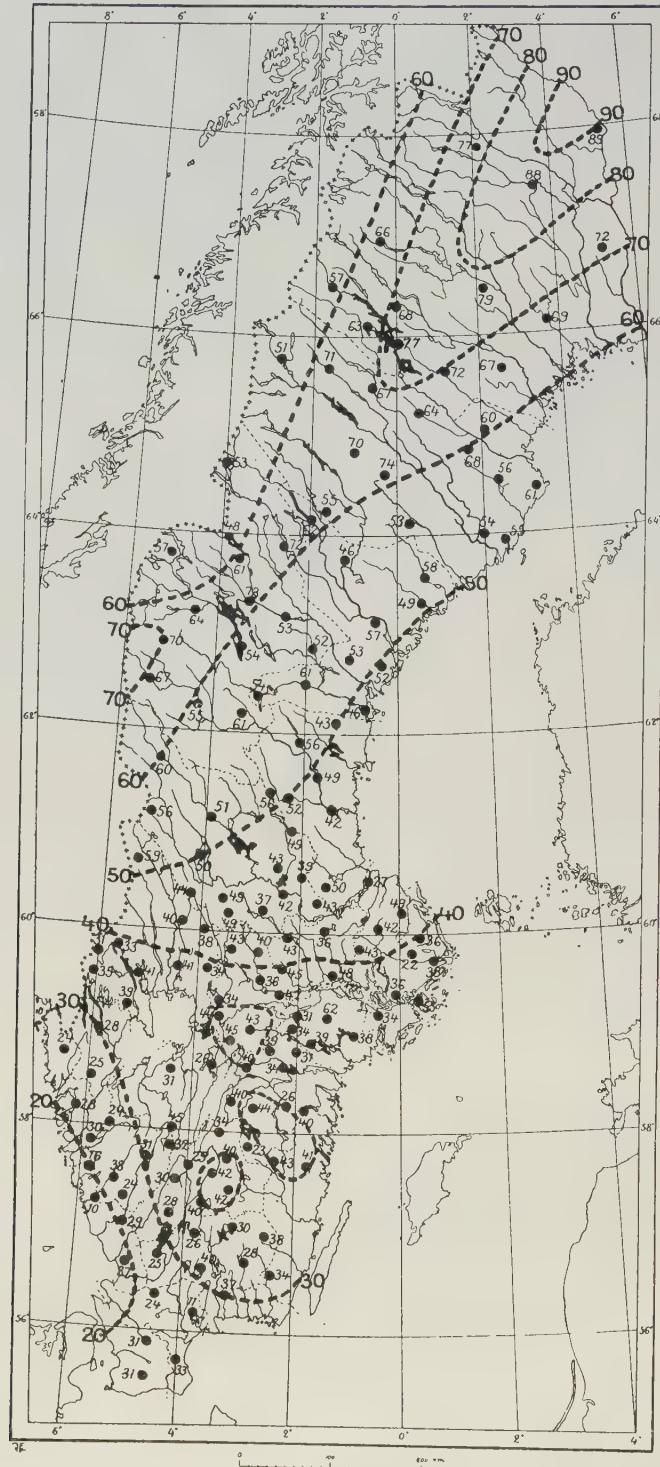


Fig. 8. Isläggningens inträdande i olika delar av landet, uttryckt i antal dagar före årsskiftet.

I området med 40—50 dagars isläggning finna vi tre till synes ej hithörande siffror, visande isläggning resp. 36, 37 och 38 dagar före årsskiftet. Den första siffran gäller en

del mindre sjöar i Salatrakten, från vilka endast fem års observationer finnas, vilket gör siffran ifråga mindre tillförlitlig. Den andra siffran, 37 dagar, härrör dels från 26 små sjöar i Silvbergs och Grangärde socknar, med vilka jag nödgats sammanföra några observationer från sjön Vässman samt en längre observationsserie från Barken. Dessa båda stora sjöar bidra i hög grad att sänka punktens siffervärde. Den tredje punkten ger medeltalet av isläggningsdatum från 18 sjöar, delvis rätt stora, i Filipstads bergslag.

De båda siffrorna 41 i södra Värmland härröra huvudsakligen från mycket långa observationsserier, dels från den förut nämnda sjön Kärn i Nyeds socken, dels från Gårdsjön i Gillberga socken, men båda dessa sjöar äro synnerligen obetydliga till arealen.

Inom området med isläggning 30—40 dagar före årsskiftet finnas en del siffror, som visa för tidig eller för sen isläggning. Siffran 26 vid Göta kanals utträde ur Vättern på västra sidan gäller dels några små sjöar i Mölltorps och Udenäs socknar, dels den stora Bottensjön, där även kanaltrafiken kunnat bidra till en senare isläggning. Siffran 23 i södra Östergötland härrör nästan uteslutande från sjön Östra Lägern med dess långa observationsserie. Denna sjö har en mycket stor areal i jämförelse med traktens övriga observerade sjöar, c:a 15 kvkm. Siffran 29 strax söder om Vättern härrör huvudsakligen från den lilla Rasjön i Bondtorps socken (medeltal av 15 års observationer), och till dess låga valör har jag ej kunnat finna någon orsak. Möjligen kan observatören här ha antecknat gångbarhet i stället för isläggning. Detsamma kan måhända gälla den längre söderut befintliga siffran 28. Samma siffra i södra delen av Kronobergs län härrör däremot från några rätt stora sjöar, i främsta rummet sjön Rottnen. Siffran 45 i södra delen av Skaraborgs län utgör medeltalet av en lång serie från den ytterst obetydliga Vastofta sjö i Vistorps socken.

I området med isläggning ännu senare, 20—30 dagar före årsskiftet, skulle egentligen behövas vida längre serier än dem som nu finnas. De skånska siffrorna 31, 31 och 34, härstamma uteslutande från mycket små sjöar. Siffran 11 gäller den avsevärt stora Råbellövssjön. I Halmstadstrakten finnas långa serier från några småsjöar, »Tofta- och Torvsjöarna», vilka icke återfunnits på kartorna och som möjligen kunna vara blott och bart större mangelgropar eller torvgravar i mossar.

Ännu en sak kan på kapitlet om isläggning vara värt omnämnande. Det händer nästan aldrig, att en sjö i norra Sverige, som en gång belagts med is, ånyo avkastar eller upplöser sitt istäcke förrän följande vår. Ju längre söderut man kommer, desto vanligare blir emellertid detta förhållande. I Svealands sjöar inträffar det åtminstone en eller ett par gånger på årtiondet. I Häckeberga sjö har det under den 31-årsperiod, som sjöns isförhållanden antecknats, inträffat under 19 vintrar, och i den närbelägna Björkesåkra sjö, som samtidigt observerats, har det under samma tid hänt under 16 vintrar. Vi skola något återkomma härtill på kapitlet om istäckets varaktighet.

Islossning.

Sedan isen på en sjö lagt sig för vintern, börjar den tillväxa i tjocklek. Detta sker i början tämligen raskt, dock naturligtvis endast under förutsättning, att lufttemperaturen håller sig rätt låg. Vattnets översta lager avkyles dels därigenom att isens värme bortledes genom luften, dels därigenom att varmare vatten borttransporteras genom avloppet, under det kallare vatten tillföres sjön genom tilloppen. Den senare transportmöjligheten minskas så småningom, då vattenståndet under vintern sänkes. Även den förra vägen förlorar i betydelse så småningom genom isens tjocklekstillväxt; isen är ju en dålig värmeledare, och ju tjockare den blir, desto långsammare går transporten.

Men isen tillväxer även på ett annat sätt, nämligen genom nederbörd, som i form av snö faller på isen och sammanfryser med denna. I vanliga fall består således isen av två skilda lager, det undre, kärnisen, som är kompakt och klar, det övre, stöpis, vilken är något porös, vit och ogenomskinlig. Stöpis är på grund av luftinblandningen en ännu sämre värmeledare än kärnisen. Bildas ett år genom särskilt riklig snönederbörd i början av vintern tjock stöpis, hindrar detta i hög grad kärnisens tillväxt. Det kan därför hända, att även under kallare år isarna i våra nordliga landsdelar knappt bli körbara trots ganska sträng köld under vintern. Tjockast bli isarna under kalla, långa, nederbördsfattiga vintrar. Sådana år kan även i södra Sverige sjöisen nå en meters mäktighet eller mera. Sambandet mellan lufttemperatur och istjocklekstillväxt framgår av diagrammet fig. 9, visande dels den dagliga medeltemperaturen vid Vassijaure naturvetenskapliga station vintern 1909—1910, dels kärnisens samtidiga tjocklekstillväxt enligt mätningar ungefär var femte dag.

Fram på våren börjar isen avsmälta dels från ytan och dels underifrån. För det senare förloppet spelar värmetillförseln genom sjöns tillopp en mycket stor roll. Flodernas vatten ha vid denna tid väsentligt högre temperatur än sjövattnen. Vattnet i Vassijokk var t. ex. den $\frac{1}{6}$ 1910 $+ 1^{\circ}.10$, d. $\frac{2}{6}$ $+ 1^{\circ}.22$, d. $\frac{3}{6}$ $+ 1^{\circ}.00$, d. $\frac{4}{6}$ $+ 0^{\circ}.96$, d. $\frac{5}{6}$ $+ 0^{\circ}.81$, d. $\frac{6}{6}$ $+ 0^{\circ}.75$, d. $\frac{7}{6}$ $+ 0^{\circ}.98$ etc. Islossningen i Vassijaure ägde rum den 5 juni.

Insolationen avsmälter isen ovanifrån. Kärnisen innehåller alltid stora mängder luftblåsor. Dessa härstamma dels från sjöbottnen, dels möjligen också från i vattnet löst luft, som vid temperaturförändringar utskilt sig. Ofta kan man i ett stycke sjöis urskilja vissa lager, som äro rikare på luftblåsor. I is, upptagen från Kotlasjön på Lidingön, fann jag i februari 1920 inom kärnisen tre olika nivåer, dels ett övre, nästan alldeles klart lager om c:a 10 cm:s tjocklek, dels därunder ett blåsigt skikt om c:a 8 cm:s mäktighet, i sin översta del med mycket täta luftblåsor, varigenom en skarp gräns bildades mot överliggande lager, men nertill alltmåra kompakt, slutligen ett understa lager om c:a 7 cm:s mäktighet, likaledes överst med mycket täta blåsor och skarp kontakt mot närmast överliggande skikt. Vid ytavsmältningen uppvärms denna inneslutna luft genom strålning samt angriper isen närmast ovanför blåsan. Håligheten förlänges härigenom i vertikal riktning, och hela istäcket genomdrages med smala vertikala håligheter, blir pipig. På punkter, där gasutvecklingen från bottnen av någon anledning varit rikligare, komma dessa luftpipor att ligga synnerligen tätt. Då natur-

ligtvis även pipornas sidoväggar så småningom angripas, upplöses isen slutligen här och var helt och hållet, varigenom större sammanhängande vakar, s. k. vindvakar, uppstå. Till dessas uppkomst bidra också i hög grad mörka föremål som ligga på isen, sand, hästspillning, trädgrenar och dylikt, som starkt absorbera strålningsvärmets och därefter angripa isen. Hela istäcket för övrigt blir genom pipigheten mycket skört. Ett känt faktum är ju, att vårisen är spröd, under det höstisen är seg. Ett istäcke om hösten kan vid blott 4—5 cm:s tjocklek bära en gående person, under det om våren ej ens decimetertjock is anses gångsäker.

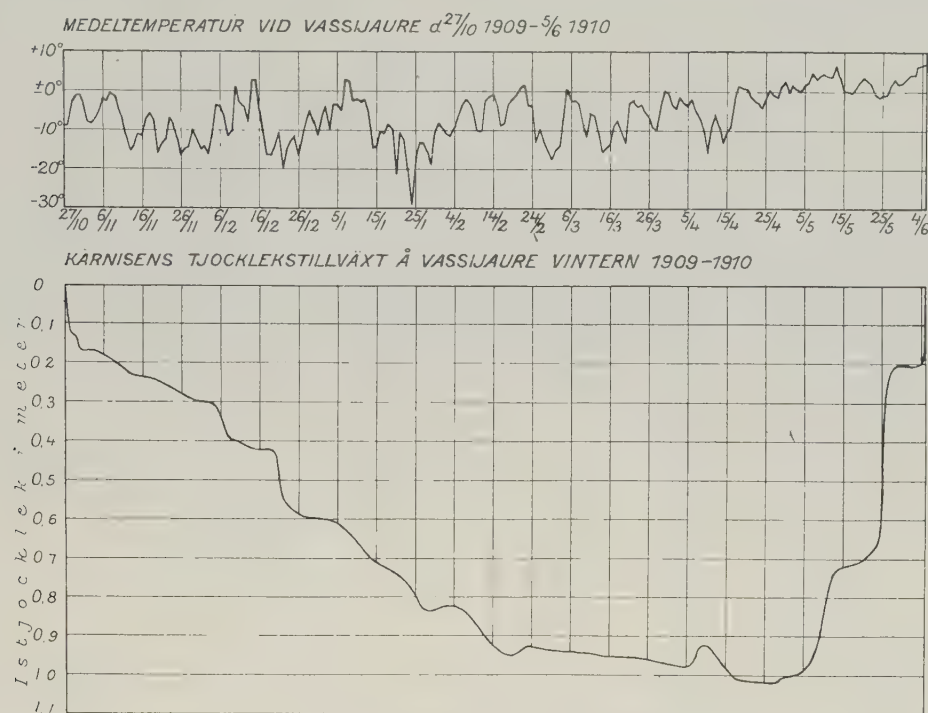


Fig. 9. Den dagliga medeltemperaturen vid Vassijaure naturvetenskapliga station och isens tjocklekstillväxt å sjön Vassijaure under vintern 1909—10 (enligt NORINDER 1911).

I regel brytes isen av storm, och sedan den väl brutits sönder, smälta styckena, vilka nu på alla sidor kunna angripas av det någon grad varma sjövattnet, ofta på några få timmar. Ibland upplöses isen dock in situ utan att först sönderbrytas. Detta brukar dock inträffa endast i mindre, vindskyddade sjöar. Förloppet blir härvid långsammare, och isen försvinner så småningom i olika delar av sjön under loppet av ett par dagar.

Någon tid före islossningen blir isen vanligen landlös. Fenomenet ifråga förorsakas i början av det stigande vattenståndet. Om stranden ännu är snöbetäckt, ligger isen i regel fastfrusen vid densamma, och då bildas, sedan vattnet börjat stiga, en spricka 5 à 10 meter ut från land och parallellt med stranden. Har snön redan helt eller till stor del försvunnit, uppvärms själva strandbäddens material, varvid isen smälter lös från land. Vid fortsatt stigning hos vattenståndet bildas mellan land och iskanten en ofta meterbred kanal med öppet vatten, särskilt om stranden och sjöbottnen äro långsluttande. Nu börjar strålningen uppvärma botten genom det grunda vattnet, varpå

detta i sin tur uppvärmes. Härigenom vidgas kanalen alltmera, och slutligen kunna mindre grundare partier av sjön, t. ex. mindre vikar, områden kring grund ute i sjön etc. på detta sätt befrias från is. Tiden för landlöshetens inträdande i några sjöar anföres här efter rapporterna. Bysjön är belägen i Torsåkers socken, Gävleborgs län, Frensan i Gällareds socken, Hallands län, och Nedre Skärsjön i Skinnskattebergs socken, Västmanlands län.

	Sjö	År	Landlöshet	Islossning
Bysjön		1892	d. 23/4	d. 30/4
»		1894	d. 8/4	d. 15/4
»		1895	d. 15/4	d. 30/4
Frensan		1905	d. 15/4	d. 20/4
Nedre Skärsjön		1912	d. 22/4	d. 27/4
»	»	1914	d. 13/4	d. 18/4
»	»	1915	d. 24/4	d. 29/4
»	»	1916	d. 28/4	d. 1/5

Av dessa siffror synes framgå, att landlösheten i genomsnitt inträffar ungefär en vecka före islossningen. Samtidigt härmed brukar sjön bli ofarbar. Någon enstaka gång finnas anteckningar å de inkomna rapporterna, att vinterkörslor försiggått även sedan isen blivit landlös. Ett sådant år måste isen ha varit ovanligt tjock.

I en del sjöar, även sådana, som ej genomdragas av mera betydande åar eller älvar, förekomma s. k. »strömdrag». Dessa delar av sjön tillfrysas sist och befrias först ifrån is. Även är isen under vintern svagare på dessa platser än annorstädes, vilket medför svårt avbräck för vinterkörslorna. Dylika »strömdrag» finnas ofta kring de större tillloppens utflöde i sjön ävensom å sådana sträckor i långsmala sjöar, där vattnet för att komma till avloppet behöver passera grundare ställen och trängre passager. Ett annat sådant »strömdrag» finns även omedelbart intill sjöns avlopp. Här försvinner isen mycket tidigt, vilket torde böra tillskrivas den omständigheten, att vattenmassorna, som avrinna över den i jämförelse med sjöbotten högt belägna passpunkten, härröra från sjöns undre vattenlager och ha någon grad högre temperatur än ytvattnet närmast under isen ute på sjöytan. Även starkt tillopp av grundvatten torde kunna förorsaka »strömdrag».

Vi skola nu se till i vad mån meteorologiska och geografiska faktorer öva inflytande på islossningstidpunkten.

Om vi från temperaturdiagrammen fig. 2 sid. 16 uttaga den tidpunkt, då 0-isothermen passerar respektive stationer, samt från islossningskartan fig. 11 sid. 52 de tider, då islossningen äger rum därsammastädes, samt jämföra dessa tidpunkter, finna vi, att mellan dem förefinnes ett tidsintervall, olika i olika delar av landet. För inlandsstationerna Jokkmokk, Stensele, Östersund, Sveg och Falun blir ifrågavarande intervall 35—36 dagar, för kuststationerna Haparanda, Umeå, Härnösand och Gävle c:a 28 dagar, för stationerna Uppsala, Karlstad, Askersund och Skara c:a 24 dagar, för kuststationerna Stockholm, Strömstad och Nyköping samt inlandsstationerna Växjö och Lund c:a 17 dagar och slutligen för kuststationerna Västervik, Göteborg, Halmstad och Kalmar c:a 14 dagar.

Till stor del sammanhänger detta förhållande med istjockleken, som är åtskilligt olika i landets skilda delar. Vid isens bildning avges en avsevärd värmemängd, som

sedan vid issmältningen åter måste tillföras. Då isens smältvärme är 80 kalorier, måste, för att ett metertjockt istäcke skall kunna smälta, till varje kvdm. av sjöytan återböras en minimivärmemängd av c:a 800 kalorier.

Åtskilliga av observatörerna ha gjort anteckningar rörande istjockleken. Uppgifterna äro emellertid icke tillräckligt talrika och ej heller lämpligt fördelade över landet, för att några kartor över denna företeelse skulle kunna upprättas. Jag måste här nöja mig med att i tabellform anföra medeltalen av maximitjockleken (i cm.) för de olika länen:

L ä n:	Ant. vintrar	Ant. obs.	Medeltjocklek
Norrbottens	15	39	65
Västerbottens	16	32	58
Västernorrlands	9	10	58
Jämtlands	15	50	62
Gävleborgs	7	12	51
St. Kopparbergs	10	29	54
Värmlands	17	40	50
Örebro	21	48	45
Västmanlands	10	11	49
Uppsala	16	20	41
Stockholms	7	26	40
Södermanlands	29	33	41
Östergötlands	30	49	46
Skaraborgs	10	16	31
Älvsborgs	9	11	47
Göteborgs och Bohus	10	36	31
Hallands	29	49	41
Jönköpings	15	57	40
Kronobergs	7	7	34
Kalmar	14	17	40
Kristianstads	19	19	31
Malmöhus	31	62	24

Till denna tabell böra fogas några upplysningar. Medelmaximitjockleken för isen i Norrbottens län är som synes 65 cm. Skiljer man mellan de observationer, som utförts i Lapplandsdelen av länet, och dem, som gjorts i kusttrakterna, finner man för de förra en medelsiffra av 72 cm., för de senare 62 cm. En liknande jämförelse låter sig tyvärr icke göra för Västerbottens län på grund därav, att de allra flesta observationerna utförts närmare kusten. Medelsiffran från Jämtlands län är 62 cm. En stor mängd observationer utfördes dock under några år i de nordvästra fjälltrakternas stora sjöar; medeltalet av dessa observationer blir 66 cm., således högre än för t. ex. Norrbottens län i dess helhet. Talet för Västmanlands län är något högre än för de kringliggande länen, vilket får tillskrivas den omständigheten, att häri ingå till väsentlig del observationer från de första åren av 1890-talet, då isarna voro tjockare än vanligt. Detsamma är fallet med Älvsborgs och Hallands län. Siffran från Kronobergs län är antagligen för låg, likaledes beroende på att observationer finnas huvudsakligen från »olämpliga» år. Uppgifterna från Malmöhus län härröra uteslutande från de båda småsjöarna Häckeberga sjö och Björkesåkra sjö i Genarps socken; medeltalet för dessa sjöar, beräknat vart för sig, är 23 resp. 25.

Istjockleken varierar högst betydligt år från år. En vinter kan en sjö bära metertjock is, nästa vinter är isen knappast gångbar och någon del av sjön kan t. o. m. gå öp-

pen. Under den hårda vintern 1888—89 var t. ex. isen på Stora Horredssjön i Ved-dige socken, Hallands län, 100 cm. tjock, nästa vinter var den endast 8—10 cm., vartill observatören fogar den upplysningen, att blott $\frac{7}{8}$ av sjön under vintern varit isbe-lagd samt att endast vikarna, där tjockleken befanns omkring 17 cm., varit körbara. Motsvarande siffror för den närbelägna lilla Kroksjön äro resp. 110 och 25 cm:s istjock-lek under de nämnda vintrarna, men under den sista av dessa var sjön mittpå ej farbar.

En längre sammanhängande serie ismätningar (nedan uttryckta i cm.) finnes från sjön Kolsnaren, V. Vingåkers socken, Södermanlands län:

Vinter	Maximi-tjocklek	Vinter	Maximi-tjocklek	Vinter	Maximi-tjocklek
1871—72	36	1881—82	9	1891—92	37
72—73	15	82—83	60	92—93	55
73—74	12	83—84	39	93—94	40
74—75	54	84—85	36	94—95	40
75—76	45	85—86	36	95—96	44
76—77	90	86—87	27	96—97	30
77—78	30	87—88	75	97—98	25
78—79	42	88—89	54	98—99	40
79—80	45	89—90	29		
80—81	51	90—91	45		Med. 41

Istjockleken sammanhängar emellertid ej endast med temperaturen under vin-tern utan även med åtminstone två andra omständigheter, nämligen vinterns längd och nederbördens riklighet. Hur isen med fortskridande vinter tillväxer i tjocklek, framgår av fig. 9 (sid. 41). Vi se där, att tjockleken tilltager, så länge temperaturen håller sig under 0°, således även sedan vintern passerat sitt köldmaximum, samt huru större för-ändringar i lufttemperaturen återspeglas någon dag senare i isens tjocklekstillväxt. Så fort temperaturen mera varaktigt stannar över 0°, avtager isens mäktighet mycket hastigt. I allmänhet går den bort vid en tjocklek av 10—20 cm. Ju längre vintern är, desto tjockare hinner den bli, och desto längre tid kräves för densammas smältning.

Ett allmänt känt faktum är, att om tjock snö faller på nylagd is och sedan under vintern kommer att ligga kvar utan att töa upp, blir isen hela vintern svag, även om temperaturen går lågt ned. Snön bildar nämligen ett värmeisolerande täcke. Upp-töad snö ovanpå istäcket sammanfryser, såsom ovan (sid. 40) framhållits, till s. k. stöpis. Även denna är värmeisolerande, då den ju innehåller en del luft. Nästan alltid utgöres istäcket å våra sjöar till sin övre del av stöpis, till sin undre del av kärnis, såsom den egentliga vattenisen brukar kallas. Om vattenståndet, sedan den första isen lagt sig, häftigt stiger och vattnet utbreder sig ovanpå den en gång lagda isen, kan ovanpå denna ett nytt islager bildas. Inträffar ånyo snöfall, innan vattnet på den gamla isen hunnit bottenfrysa, kan ett vattenlager av flera centimeters mäktighet under längre tid vara till finnandes inne i den sammansatta isen.

Snönederbörden hindrar sålunda isen från att allt för mycket tillväxa i mäktig-het, men samtidigt bidrar den till att i högst väsentlig grad fördröja islossningen, genom att försvåra strålningsvärmets nedträngande till isen. Däremot kan den i och för sig ej hindra värmetillförseln genom tilloppen. Men dessa föra, så länge avsevärda snö-massor ligga kvar på land, huvudsakligen kallt smältvatten, som ej i nämnvärd grad kan inverka på vattentemperaturen i sjön.

Det kan under anförda förhållanden vara av intresse att se, hur nederbörden i landets olika delar förhåller sig under vintern och islossningstiden. Av diagrammet fig. 4 sid. 20 framgår, att vinternederbörden i hela landet är under medelnederbörd, utom för de västra fjälltrakterna, där vattenvärdet av den snö, som faller under januari månad, nästan når sommarnederbördens maximum i augusti. Ehuru således den absoluta nederbördsmängden i allmänhet är relativt liten, faller den dock i de flesta, särskilt i de nordligare, landsdelarna såsom snö och ackumuleras förjaktligen till stor del. Absolut taget är vinternederbörden minst i Norrland, med undantag för de västra fjälltrakterna, och något större i det övriga Sverige utom västkusten, varest den är betydande. I fjällen torde den till allra största delen falla såsom snö, under det västkustens vinternederbörd till stor del utgöres av regn.

Låg hösttemperatur påskyndar isläggningsen och låg vårtemperatur fördröjer islossningen. Stor nederbörd vid isläggningstiden kan tänkas påskynda vattenavkylningen och därmed isläggningsen. Stor nederbörd på eftervintern fördröjer issmältningen. Förhållandet mellan molnigheten och de sagda företeelserna är något mera komplicerat. Liten molnighet om hösten befördrar isläggningsen, såsom i det föregående (sid. 19) framhållits, särskilt äro de klara *nätterna* härvid verksamma. Liten molnighet om våren påskyndar islossningen, varvid det är förhållandena under *dagen*, som äro av betydelse. Ty med ringa daglig molnighet följer starkare insolation. Av tabellen sid. 19 finna vi, att molnighetsförhållandena under hösten i allmänhet dock äro mindre gynnsamma för isläggningsens befordran. Den månatliga molnighetens avvikelser från medelmolnigheten under islossningsmånaderna framgår av nedanstående tabell:

Distrikt	Mars	April	Maj	Juni	Årsmed.
Norra Sverige, inre landet	— 0.6	— 0.5	— 0.1	— 0.5	6.2
Norra Sverige, kusten	— 0.3	— 0.4	— 0.3	— 0.8	6.0
Södra Sverige, inre landet	+ 0.0	— 0.5	— 0.9	— 1.2	6.3
Södra Sverige, ostkusten	+ 0.3	— 0.5	— 1.0	— 1.4	6.2
Södra Sverige, västkusten	+ 0.1	— 0.5	— 1.1	— 1.4	6.1

Vi finna, att vårens molnighet i allmänhet är under medelmolnighet, och att följaktligen denna faktor spelar en annan roll för islossningen än höstmolnigheten för isläggningsen.

Vinden hindrar isläggningsen och påskyndar, såsom ovan framhållits, islossningen. Nedanstående siffror visa 22-års-medium för perioden 1891—1912 av den dagliga medelvindstyrkan under islossningsmånaden å samma stationer, som upptagas i tabellen sid. 17:

Jokkmok	1.3	Stockholm	1.3
Haparanda	1.3	Nyköping	1.1
Umeå	1.6	Västervik	1.6
Östersund	1.6	Kalmar	1.3
Härnösand	1.2	Växjö	1.1
Falun	0.9	Karlshamn	1.3
Strömstad	1.5	Lund	1.3
Karlstad	1.3	Halmstad	1.6
Åsersund	1.5	Göteborg	1.3

Liksom under hösten är vindstyrkan vid islossningstiden större kring kusterna samt i närheten av de stora sjöarna, Väneren, Vättern, Storsjön etc., än vid inlandssta-

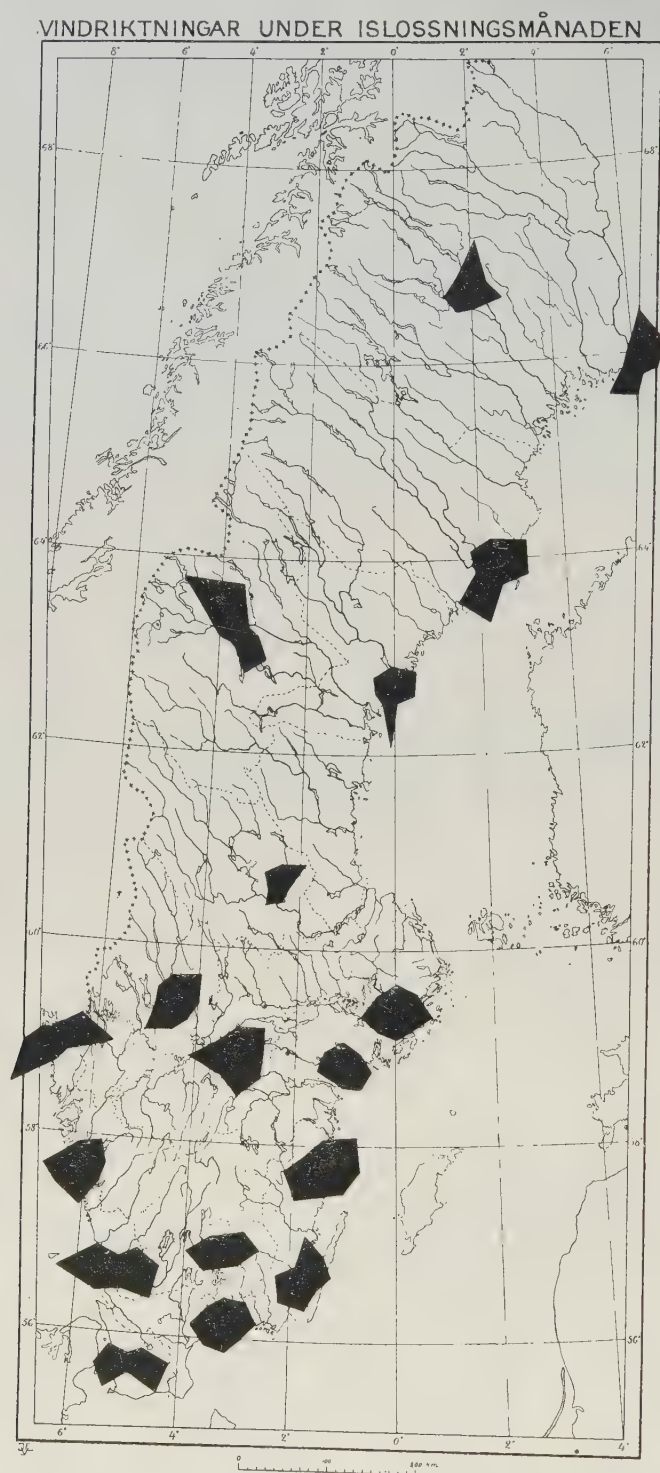


Fig. 10. 22-årsmedium av islossningsmånadens relativa vindriktningar å ett antal svenska meteorologiska stationer (enl. Meteorologiska iakttagelser i Sverige 1891—1912).

tionerna. En tydlig avvikelse företer endast Jokkmokk, där vinden om våren blåser dubbelt så stark som vid isläggningstiden. Den genomsnittliga vindstyrkan synes eljes vara ungefär lika stark under båda årstiderna.

Vårvindens riktning framgår av kartan fig. 10, och ej heller i detta hänseende synas mera framträdande olikheter mellan höst och vår förefinnas. I allmänhet torde därför kunna sägas, att sjöar, som på grund av längdorientering efter vinden lägga sig senare, även ha möjlighet att skölja tidigare.

De geografiska faktorerna, areal, djup och strandutveckling ha för islossningen ingalunda samma stora betydelse som för isläggningsen. Att djupets roll i förra fallet måste vara rätt obetydlig, framgår av det förhållandet, att det är sjöns termiska förhållanden under sommaren, som för isläggningsen äro av betydelse, och härvid förhålla sig olika djupa sjöar på olika sätt. Under vintern ha alla sjöar likartad termik och förhålla sig följaktligen på likartat sätt.

Arealens roll för islossningen skulle vara den, att isen å de större sjöarna på grund av den senare isläggningsen kunde tänkas ej hinna nå samma tjocklek som å de mindre och följaktligen borde lättare upplösas. I själva verket förhåller det sig tvärt om, d. v. s. att isen å de större sjöarna i regel blir något tjockare än på de mindre. Detta beror därpå, att vinden å de stora sjöytorna lättare sopar undan snön och att här delvis saknas det värmeisolerande täcke, som hindrar isen å de mindre, vindskyddade sjöarna från att alltför mycket förtjockas. Från Båtsa i Arjeplogs socken, Norrbottens län, meddelas t. ex., att vintern 1913—1914 isen å den stora Båtsasjön (areal 4.3 kvkm.) var 87 cm. tjock under det den på »träsk och småsjöar» ej nådde mer än 75 cm:s tjocklek. Följande vinter voro motsvarande siffror 89 och 86 cm. Från Sandträsk station i Edefors socken, Norrbottens län, meddelas rörande Degervattnet (areal 16.2 kvkm.) och Sandträsket (areal 2.0 kvkm.) följande uppgifter: vintern 1911—1912 var maximitjockleken å Degervattnet 60 cm., å Sandträsket 59 cm., 1912—1913 voro motsvarande siffror 56 resp. 54 cm. och 1914—15 45 resp. 30 cm. (de sista siffrorna gälla endast kärnisen).

I trakter, där den fallna snön icke ackumuleras, t. ex. på västkusten, blir förhållandet omvänt, så att istjockleken står i ett direkt förhållande till tiden för istäckets varaktighet. Från ett par sjöar i Veddige socken, Hallands län, nämligen St. Horredssjön (areal 6.1 kvkm.) och Kroksjön (areal 0.2 kvkm.), finnes en längre sammanhängande serie av observationer, som kan belysa detta förhållande:

Vinter	St. Horredssjön		Kroksjön	
	Istjocklek	Isvaraktighet	Istjocklek	Isvaraktighet
1882—83	50	133	60	123
83—84	10	27	11	63
84—85	43	73	33	91
85—86	42	56	30	122
86—87	15	55	20	48
87—88	64	126	72	129
88—89	100	90	110	95
89—90	10	24	25	28
90—91	100	132	100	143
91—92	25	86	28	93
92—93	60	98	75	112
93—94	16	23	20	30
94—95	70	86	74	106
95—96	6	43	15	91
96—97	60	75	70	130
97—98	8	21	12	44
98—99	17	32	20	49
99—1900	25	100	30	135
Med.	40	71	45	91

Med isvaraktighet förstås här istäckets längsta sammanhängande varaktighet.

Redan ifråga om isläggnings befanns strandutvecklingens betydelse vara mycket obetydlig. Detsamma synes vara förhållandet för islossningens vidkommande, om man bortser från den omständigheten, att större sjöar genom ett slags strandutveckling kunna vara delade i flera skilda bäcken, vilka då förhålla sig såsom särskilda sjöar.

Vi skola nu undersöka islossningstiderna i samma specialfall, som förut isläggnings-tiderna.

Förhållandena vid Jäxbo-sjöarna gestalta sig på följande sätt (areal i kvkm., höjd i m. ö. h., strandutveckling enligt formeln sid. 24 och islossning i antal dagar efter årsskiftet):

S j ö	Areal	Höjd	Strandutv.	Islossning
Skedvisjön	9.0	49	1.9	110.9
Långsjön	7.6	68	2.1	114.9
Västlandasjön . .	6.3	50	1.2	110.1
Oppäsen	5.1	63	1.5	112.4
Iresjön	4.9	76	3.2	113.3
Lillsvan	3.8	68	1.6	111.2
Rölen	1.5	63	1.4	110.8
Lundbysjön . . .	1.3	47	1.7	112.4
Stora Vålen . . .	0.80	80	1.4	114.7
Meslängen	0.79	76	3.1	112.5
Spaden	0.71	69	1.0	108.2
Andern	0.49	75	1.8	113.1
Tisjön	0.46	75	1.2	112.2
Rotsjön	0.34	69	1.8	111.2

Någon skillnad i islossningstider hos större och mindre sjöar kan av denna tabell vid första påsendet knappast påvisas. Den största av alla sjöarna sköljer bland de tidigaste och den näst största sköljer sist av alla. Medeltalet för de fem största blir emellertid 112.3 och för de fem minsta 111.4, således en dags skillnad, antydande, att större sjöar skölja senare än smärre. Medeltalet för de sjöar, som ligga mer än 70 meter över havet, blir 113.2 och för dem, som ligga 50 meter över havet och därunder, 111.1, antydande, att en höjdskillnad om c:a 20—25 meter kan spela in för bestämmande av islossningstiden. Medeltalet för de tre sjöar, som ha de rikast utvecklade stränderna, är 113.6 och för de tre, som ha den enklaste konturgestaltningen, 110.2, under det man snarare hade väntat ett motsatt förhållande. I detta fall bör dock påpekas, att de tre förstnämnda sjöarna äro bland de högst belägna. Den allra översta sjön, St. Vålen, lossar så sent som 114.7 dagar efter årsskiftet, men har en strandutveckling om blott 1.4.

För de sju sjöarna kring Sandträsk järnvägsstation i Västerbotten finna vi följande siffror:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Degervattnet	16.2	137	146.6
Svanisträsk	4.8	173	144.9
Bredträsk	2.2	155	143.6
Sandträsk	2.0	162	144.6
Mörtträsk	0.68	149	144.2
Gransjön	0.36	153	138.1
Grundträsk	0.24	160	137.1

Arealens betydelse framträder utan vidare, i det skillnaden mellan den största och minsta sjöns islossning utgör ej mindre än 9.5 dagar. Något höjdninflytande kan här näppeligen påvisas, ty de båda högst belägna sjöarna, Svanisträsk och Sandträsk, lossa i genomsnitt t. o. m. något tidigare än de båda lägsta. Strandutvecklingen är som ovan framhållits hos alla dessa sjöar rätt obetydlig och mycket likartad.¹

Sjöarna kring Laxnäs, Tärna socken, Västerbottens län:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Björkvattnet	25.4	391	159.5
Tängvattnet	14.4	471	166.4
Laisotsjaur	13.0	452	159.1
Gardiksjön	11.8	377	157.5
Joesjön	6.2	486	163.8
Västansjön	4.5	452	158.4

Något mera utpräglat arealinflytande kan icke påvisas beträffande Laxnässjöarna. Tar man medeltalet av islossningen bör de båda största (163.0) och jämför detta med motsvarande tal för de båda minsta (161.1), finner man dock en tidsskillnad av c:a 2 dagar. Men medeltalet för den mellersta gruppen, omfattande Laisotsjaur och Gardiksjön blir endast 158.3. Icke heller något utpräglat höjdninflytande kan skönjas. Medel-islossningstid för de båda lägst belägna sjöarna är visserligen 158.5 och för de två högst belägna 165.1, men de två återstående medeltal stannar betänkligt nära de förstas med 158.8. Om vi bortse från Björkvattnet, som ju redan genom sin storlek bildar en grupp för sig, finna vi en naturlig gruppindelning så till vida, att Tängvattnet och Joesjö ha islossning i medeltal 165.1 dagar efter årsskiftet, de övriga tre i medeltal 158.3 dagar efter sagda tidpunkt. Förklaringen till de olika islossningstiderna ligger helt säkert däri, att den sistnämnda gruppens sjöar samtliga genomdragas av större vattendrag, som redan på ett tidigt stadium föra ned till sjöarna stora mängder av solen uppvärmt flodvatten.

Sjöarna i Föllinge socken, Jämtlands län:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Sandvikssjön	12.0	284	142.9
Holmsjön (Gysen) . . .	11.3	396	143.1
Åkersjön	11.2	473	144.9
Lövsjön	8.5	303	142.9
Ottsjön	8.2	311	142.0
Föllingesjön	3.3	292	142.0
Ockren	2.5	298	137.9

Arealinflytandet synes här göra sig märkbart så tillvida, att medelislossningstiden för de tre största sjöarna blir 143.8 dagar efter årsskiftet, för de två följande 142.5 och för de två minsta 140.0. De fyra högst belägna sjöarna ha ett islossningsmedeltal av 143.2 dagar och de tre lägst belägna 140.9 dagar efter årsskiftet. Härvid är emellertid att märka, att det sistnämnda medeltalet i mycket hög grad sänkes genom siffran för sjön Ockren, 137.9. Lövsjön, Ockren och Sandvikssjön genomdragas av ett större vattendrag, vilket ock ehuru obetydligt synes influera på islossningstalen.

Ösbyholm, Frötuna socken, Stockholms län:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Limmaren	5.8	4.5	145.0
Frötuna Kyrksjö	1.3	5.6	144.5
Skogsviken	0.77	0.0	141.9
Holmsjön	0.72	5.0	141.4
Norrsjön	0.13	7.1	140.5
Väsby Maren	0.02	7.0	139.5

Då det får anses fullkomligt uteslutet, att höjden här kan spela någon roll och ingen av de anförda sjöarna utmärker sig för starkare vattenväxel, kan man måhända säga, att i detta fall ett tämligen rent arealinflytande dikterar islossningstiden. Frötuna kyrksjö borde emellertid då ha en något tidigare islossning. Såsom ovan (sid. 33) medelats, avviker den från de övriga sjöarna genom sitt större djup. Det är sannolikt, att denna omständighet något försenar islossningen för denna sjö.

Almesåkra och Bringetofta socknar, Jönköpings län:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Fredriksdalsjön	1.7	312	114.8
Davidstorps sjö	1.6	321	114.8
Lannafalls sjö	0.9	315	114.7
Almesåkra sjö	0.8	308	114.3
Klappa sjö	0.53	339	114.9
Kalvsås sjö	0.48	322	115.3
Säfsjön	0.33	311	114.4
Falla sjö	0.18	295	115.2
Ekelsjö sjö	0.17	349	115.7
Gåsegöls sjö	0.06	325	116.2

I detta fall synas lokala orsaker fullkomligt diktera islossningstiderna. Under det i föregående exempel med större areal följer senare islossning, synes förhållandet här vara omvänt. Anmärkas bör, att samtliga sjöar till sin areal äro mycket obetydliga. Medeltal av tiderna för de tre högst belägna sjöarna är 115.6, för de tre lägsta 114.6, vilket tyder på ett höjdflytande, som dock på grund av de ringa skillnaderna i höjd ej blivit så stort.

Hult, Nottebäcks socken, Kronobergs län:

S j ö	Areal	Höjd	Islossning
Madkroken	11.5	197	109.6
Vartorps sjö	5.2	175	105.1
Ånghultssjön	3.8	210	110.6
Norrsjön	3.2	201	108.9
Söraby sjö	2.7	174	106.8
Hultbren	2.0	242	106.1
Horshaga sjö	0.44	284	108.1
Borsjön	0.37	175	103.1
Hedasjön	0.22	223	108.6
Vårgölen	0.15	279	108.1

Icke heller här kan ett bestämt arealinflytande sägas göra sig gällande. Dock förtjänar påpekas, att medeltalet för islossningen i de fyra största sjöarna utgör 108.6, under det motsvarande tal för de fyra minsta är 107.0, men inom de båda grupperna växla

siffrorna betydligt. De två högst belägna sjöarna skölja båda 108.1 dagar, och de tre lägsta igenomsnitt 105 dagar efter årsskiftet, vilket ju tyder på ett säkert höjdynflytande, särskilt som inom dessa båda grupper sambandet är mera tydligt än inom de förut nämnda. Änghultssjön och Hedsjön äro båda genomflutna av ett större vattendrag. Borsjön omges av vidsträckta myrmarker.

Från de sid. 35 uppräknade sjöarna på gränsen mellan Halland och Västergötland finnas följande siffror:

Sjö	Areal	Höjd	Islossning
Mäsen	4.0	51	85.3
Stensjön	3.1	13	76.9
Skärsjön (Grimetons socken) .	3.0	49	82.2
Neden	2.5	77	82.9
Skärsjön (Fjärås socken) . .	1.22	66	83.7
Barken	1.18	84	79.1
Skällesjön	0.32	113	87.5
Tagsjön	0.13	81	86.7
Gällarpssjön	0.08	77	87.2

Stensjön genomflytes såsom förut nämnts (sid. 35) av Lyngens utloppså, i vilken omständighet man sannolikt har att se orsaken till dess tidiga islossning. Om vi eliminera denna sjö och därefter jämföra islossningstiderna för de tre största och de tre minsta sjöarna, finna vi för dessa båda storleksgrupper en islossning 83.5, resp. 87.1 dagar efter årsskiftet. Arealens inflytande synes med andra ord vara omvänt mot i de allra flesta andra fall. Orsaken till detta något överraskande förhållande har emellertid förut förklarats: vinternederbörden faller på västkusten till stor del som regn och hindrar således i allmänhet ej isens tjocklekstillväxt å de små sjöarna, något som gör att dessa kunna bjuda större motstånd mot den höga vårtemperaturen än de stora. Vid jämförelsen mellan ovanstående sjöar bör dock framhållas, att medelhöjden för de tre största sjöarna endast är 59 meter, under det medelhöjden för de tre minsta är 90 meter. Höjden över havet bidrager här att invertera arealinflytandet.

I fig. 11 meddelas en karta över islossningens inträdande i landets skilda delar. Vid jämförelse med isläggningskartan fig. 8 sid. 38 observerar man genast den väsentliga olikheten, bestående däri, att för islossningens vidkommande isokronsystemets axel förskjutits något tjugutal mil längre mot väster till halvöns högsta delar. Kring det småländska höglandets höjdcentrum förefinnes ett mindre sekundärt maximum med — dock obetydligt — försenad islossning.

Rörande orsakerna till denna olikhet mellan isläggnings- och islossningsisokroner kunna en del förklaringar framställas. I främsta rummet spelar naturligtvis temperaturen en synnerligen viktig roll. Vid granskningen av kartorna över temperaturens månadsmedia (H. E. HAMBERG 1908) finner man, att såväl för isläggnings- som för islossningsmånaderna isotermerna ha ett liknande förlopp som isokronerna å här publicerade kartor över isläggning och islossning.

Höjden över havet tycks beträffande islossningen vara en faktor av mycket markerad betydelse, då det nästan alltid kan påvisas ett bestämt samband mellan stor höjd och sen islossning. I själva verket är naturligtvis detta inflytande sekundärt så till vida,

ISLOSSNING

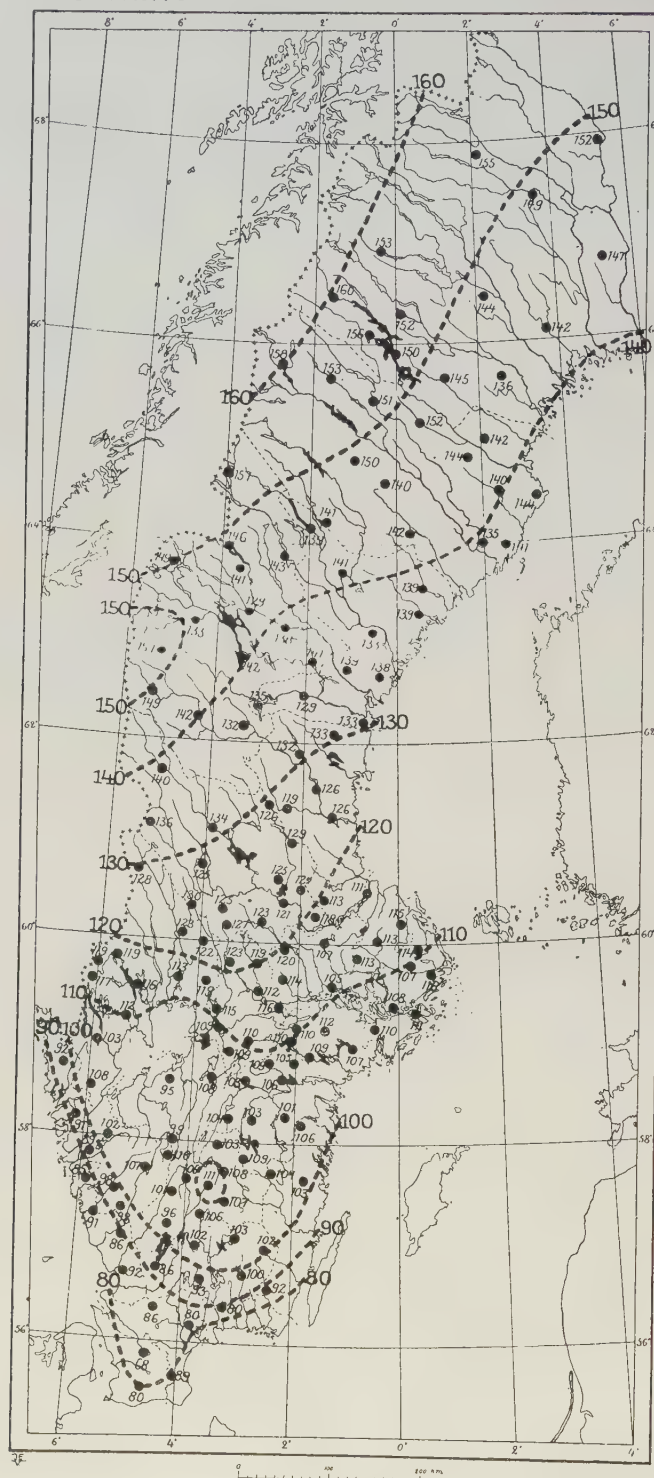


Fig. 11. Islossningens inträdande i olika delar av landet, uttryckt i antal dagar efter årsskiftet.

att det i främsta rummet är temperaturen, som påverkas av den större höjden. Höjdinflytandet bidrar naturligtvis till förskjutningen av isokronerna mot halvöns högre delar.

Den faktor, som för islossningen spelar samma roll som sjöarnas sommartermik för isläggningsen, är istäckets tjocklek. I stort samverkar denna faktor med de övriga, temperatur, nederbörd och höjd över havet. Endast i ett fall finner man förhållandet omvänt, nämligen för västkusten, vilket ovan förklarats. På kartan framträder detta så tillvida, att isokronerna för islossning 90 och 100 dagar efter årsskiftet följa kusten betydligt närmare än isläggningsisokronerna i samma områden (20 och 30 dagar före årsskiftet, fig. 8, sid. 38). Under det sommartermiken varierar i hög grad lokalt alltefter sjöarnas storlek och vindexposition, äro de lokala variationerna hos istjockleken rätt obetydliga och den termiska faktorn blir därför för islossningen av mer utpräglat regional betydelse. Det inflytande, som termiska förhållanden i vattnet under vintern kan utöva, är till sin styrkegrad ringa och ej närmare känt, då sjöarnas vintertermik ännu mindre är bekant än sommartermiken. En antydning om ett dylikt inflytande gavs dock i exemplen från Ösbyholm i Roslagen (se ovan sid. 50).

Några av kartans siffror torde möjligen tarva ett par ord till förklaring. Mellan isokronerna »140» och »150» finna vi bland annat de avvikande siffrorna 136, 139 och 129. Den första gäller de sju sjöar, som observerats från Sandträsk i Edefors socken. Serien, som omfattar endast 8 år, är visserligen tillräcklig att bestämma sjöarnas inbördes islossningsförhållanden men räcker tydligen ej för att erhålla ett säkert medeltal. Detsamma gäller nästan alla övriga avvikelser. Siffran 129 i södra Jämtland härstammar dock från sjöar i Lits socken, vilka ha särskilt stort vattenombyte.

I Södra Sverige finna vi åtskilliga avvikelser. Från den lilla Ångsjön i Irsta socken SO om Västerås finns en mycket lång serie, som på grund av sjöns ringa areal ger ett medeltal av endast 105 dagar efter årsskiftet. Detsamma är förhållandet med den obetydliga Vastofta sjö i Vistorps socken i Skaraborgs län, där medeltalet stannar vid 99 i stället för att falla mellan 100 och 110 dagar. De allra flesta avvikelserna bero på för korta observationstider eller på den omständigheten, att en alltför liten eller alltför stor sjö dominerar vid medeltalets fixerande.

Istäckets varaktighet.

Istäckets varaktighet kalla vi i det följande den tid, under vilken man i regel har att vänta, att en sjö bär istäcke, eller med andra ord hela den tid, som förflyter mellan isläggningsens inträdande och islossningens avslutande. Andra definitioner kunna emellertid tänkas. Dels kan man med istäckets varaktighet förstå den längsta sammanhängande tidrymd, under vilken sjön är isbetäckt. Dels skulle man med samma term kunna beteckna det antal dagar under vintern, som sjön bär is, även om dessa dagar äro fördelade på flera perioder. Olika heterna belysas bäst genom ett exempel.

Vintern 1905—1906 lade sig Håckeberga sjö i Skåne första gången den 18 november, gick upp den 26 november, lade sig åter den 30 november, gick åter upp den 6 december, lade sig den 18 december, gick upp den 23 december, lade sig den 28 december, gick upp den 6 mars, lade sig slutligen den 11 mars och gick definitivt upp den 2 april. Istäckets varaktighet enligt den första definitionen blir i detta fall 135 dagar (tiden den $18/11$ — $2/4$),

enligt den andra definitionen 68 dagar (tiden den $\frac{28}{12}$ — $\frac{6}{3}$), enligt den tredje definitionen $8 + 6 + 5 + 68 + 22 = 109$ dagar.

Orsakerna till att jag föredragit den första av de tre definitionerna äro flera. Särskilt bör man erinra sig, att sjöarna i en och samma trakt i förhållande till de tre anförda definitionerna förhålla sig betydligt olika. En liten sjö kan hinna isläggas och befrias från is en eller till och med flera gånger, innan ännu en större sjö i samma trakt för första gången erhåller istäcke. Valde man den andra av definitionerna skulle varaktigheten i en trakt i alltför hög grad vara beroende av sjöarealen och följaktligen förete mycket stora lokala variationer. Vidare är det i regel den första isläggningen, som antecknats av observatörerna, under det en därpå följande islossning och upprepad isläggning i de flesta fall ej meddelats. Slutligen bör påpekas, att det är med den första isläggningen, som vintern kan anses börja, liksom våren på allvar inträder, först sedan sjöarna definitivt befriats från is. Härtill kommer, att det endast är sjöarna i landets sydligaste delar, som bära istäcke i flera perioder. I Norrland händer det så gott som aldrig, i Svealand är det sällsynt, och ej ens i sydligaste Sverige är det regel.

De faktorer, som influera på isläggning och islossning, ha diskuterats i det föregående. Deras inverkan på istäckets varaktighet är naturligtvis summan av inflytandet på de båda nämnda förloppen. Men alltefter som denna inverkan innebär ett befordrande eller ett fördröjande av endera företeelsen, blir resultatet för istäckets varaktighet ett förlängande eller avkortande. Om deras inflytande å både isläggning och islossning är av samma slag, fördröjande eller befordrande, blir resultatet för isvaraktigheten minimal, såframt icke deras verkningsgrad vår och höst är väsentligt olika.

Uteslutande förkortande på isvaraktigheten verkar vinden, som hindrar isläggning men befordrar islossning. Hög temperatur verkar på samma sätt, låg höst- och vårtemperatur på motsatt sätt. Nederbörden kan tänkas befordra isläggningen, ehuru dess inflytande i detta hänseende icke är säkert konstaterad (HOLMSEN 1902 sid. 185), men med full säkerhet kan anses fastslaget, att vinternederbörden i de trakter, där den faller som snö, något uppskjuter islossningen. Molnigheten om hösten verkar fördröjande på isläggningen, varvid det särskilt är förhållandet under natten, som spelar in. Vårmolnigheten fördröjer islossningen, men härvid är det dagens molnighet, som är av betydelse. Denna meteorologiska faktor skulle, om den till sin verkningsgrad vore lika stark vår och höst, ha ett mycket obetydligt inflytande på istäckets varaktighet. Som det nu i verkligheten är (se tabellerna sid. 19 och 45), får måhända molnigheten anses som en isvaraktigheten förminskande faktor.

Vad de geografiska faktorerna beträffar, verkar djupet fördröjande på isläggningen, men är för islossningen så gott som utan betydelse. Resultatet blir en mindre isvaraktighet hos djupare sjöar. Arealen fördröjer isläggningen rätt betydligt, men fördröjer i större delen av landet även islossningen, fastän obetydligt. Summan blir ett förkortande av isvaraktigheten. Strandutvecklingen kan anses vara helt utan betydelse. Längdorienteringen efter vindriktningen samarbetar med vinden och medför kortare isvaraktighet. Höjden över havet verkar, såsom ovan framhållits, fördröjande på islossningen, men befordrar isläggningen. Resultatet blir ett ackumulerat inflytande på istäckets varaktighet.

Resultatet av de olika faktorernas inflytande torde bäst framgå genom diskussion av samma exempel, som anförts för isläggning och islossning.

Jäxbo, Malma socken, Västmanlands län:

Sjö	Areal	Höjd	Strandutveckl.	Isvaraktighet
Skedvisjön	9.0	49	1.9	151
Långsvan	7.6	68	2.1	155
Västlandasjön	6.3	50	1.2	151
Oppäsen	5.1	63	1.5	153
Iresjön	4.9	76	3.2	156
Lillsvan	3.8	68	1.6	156
Rölen	1.5	63	1.4	153
Lundbysjön	1.3	47	1.7	156
Stora Välen	0.80	80	1.4	159
Meslängen	0.79	76	3.1	155
Spaden	0.71	69	1.0	159
Andern	0.49	75	1.8	156
Tisjön	0.46	75	1.2	155
Rotsjön	0.34	69	1.8	155

Medelisvaraktigheten för de sjöar, vilkas areal uppgår till 5 kvkm. och däröver, är 152.5 dagar och för de små sjöarna under 1 kvkm:s yta 156.5 dagar, för de mellanliggande arealerna blir den genomsnittliga varaktigheten 155.2 dagar. Ett tydligt arealinflytande av icke lineär art tycks därför kunna urskiljas. För de sjöar, som ligga 75 meter över havet och däröver, blir medeltalet 156.2 och för sjöarna under 50 m. ö. h. 152.7 dagar. Ett säkert höjdninflytande kan dock ej härledas ur dessa siffror, då de förra sjöarna samtliga befinna sig bland de mindre, de senare bland de större. För de tre sjöar, som ha en strandutveckling överstigande 2.0, blir medeltalet 155.3 och för de tre, som ha strandutvecklingen 1.2 och därunder 155.0, således ingen egentlig skillnad.

Sandträsk, Edefors socken, Norrbottens län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Degervattnet	16.2	137	207
Svanisträsk	4.8	173	212
Bredträsk	2.2	155	212
Sandträsk	2.0	162	210
Mörträsk	0.68	149	218
Gransjön	0.36	153	222
Grundträsk	0.24	160	222

Arealinflytandet är mycket tydligt. Däremot synes höjdens betydelse vara mindre framträdande, vilket icke är ägnat att förvåna på grund av de ringa höjddifferenserna. I övrigt hänvisas till vad som beträffande dessa sjöar sagts på kapitlen om isläggning och islossning.

Laxnäs, Tärna socken, Västerbottens län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Björkvattnet	25.4	391	193
Tängvattnet	14.4	471	200
Laisotsjaur	13.0	452	212
Gardiksjön	11.8	377	204
Joesjön	6.2	486	212
Västansjön	4.5	452	210

Arealinflytandet gör sig märkbart endast så till vida, att de båda största sjöarna ha kortare isvaraktighet än de övriga. De två sjöar, som ligga lägre än 400 meter över havet, ha i genomsnitt en varaktighet för istäcket av 198.5, de övriga, belägna över 450 meter över havet, 208.5 dagar, således en differens om 10 dagar mellan de båda grupperna. Även om man indelar ifrågavarande sjöar i två storleksgrupper, kommer man till liknande resultat. Björkvattnet, den lägsta sjön i den första gruppen, bär istäcke 193 dagar, de båda övriga i genomsnitt 206 dagar. Den lägsta sjön i den andra gruppen har is 204 dagar, de båda övriga i genomsnitt 211 dagar. Framhållas bör emellertid, att den lägsta sjön i båda grupperna samtidigt är den största, men jämför man inbördes de största och de minsta sjöarna i båda grupperna, finner man, för de förra resp. 193 och 204, för de senare resp. 206 och 211 dagar. På detta sätt kommer såväl areal- som höjdninflytandet till synes.

Slätten, Föllinge socken, Jämtlands län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Sandvikssjön	12.0	284	195
Holmsjön (Gysen)	11.3	396	199
Åkersjön	11.2	473	198
Lövsjön	8.5	303	196
Ottsjön	8.2	311	197
Föllingesjön	3.3	292	202
Oekren	2.5	298	189

Av dessa sjöar har gruppen med en areal av 11—12 kvkm. en genomsnittlig isvaraktighet av 197.3 dagar, den andra gruppen med areal 8—9 kvkm. 196.5 dagar och den tredje gruppen med areal 2.5—3 kvkm. 195.5 dagar. Arealinflytandet är här omvänt, i det de mindre sjöarna ha kortare isvaraktighet än de större. Se vi på höjden över havet, så har den enda sjön mellan 400 och 500 meter en isvaraktighet av 198 dagar, sjöarna mellan 300 och 400 197.2 dagar, sjöarna mellan 200 och 300 meter 195.3 dagar. Höjdninflytandet är således, ehuru mindre utpräglat, märkbart. I fråga om dessa sjöar göra sig emellertid, såsom ovan sid. 32 och 49 påpekats, andra orsaker i högst betydlig måtto gällande, särskilt tycks vattenutbytet ha ett mycket stort inflytande på isförhållandena.

Ösbyholm, Frötuna socken, Stockholms län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Limmaren	5.8	4.5	153
Frötuna Kyrksjö	1.3	5.6	148
Skogsviken	0.77	0.0	160
Holmsjön	0.72	5.0	155
Norrsjön	0.13	7.1	162
Väsby Maren	0.02	7.0	162

Arealinflytandet gör sig märkbart så till vida, att medeltalet för de tre största sjöarna är 153.7, för de tre minsta 159.7 dagar. Höjdninflytande kan på grund av de likartade höjderna ej diskuteras. Däremot torde djupfaktorn här märkbart spela in. Den djupaste sjön (se sid. 33) har den kortaste isvaraktigheten, de grundaste sjöarna, Skogsviken och de små gölarna Norrsjön och Väsby Maren, den längsta.

Almesåkra och Bringetofta socknar, Jönköpings län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Fredriksdalssjön	1.7	312	161
Davidstorps sjö	1.6	321	162
Lannafalls sjö	0.9	315	161
Almesåkra sjö	0.8	308	159
Klappa sjö	0.53	339	161
Kalvsås sjö	0.48	322	161
Säfsjön	0.33	311	162
Falla sjö	0.18	295	163
Ekelsjö sjö	0.17	349	163
Gäsegöls sjö	0.06	325	164

I fråga om dessa sjöar gjorde sig vid isläggningsen ett naturligt arealinflytande gällande, så att de större sjöarna lade sig senare än de mindre. Islossningen däremot företedde mot det normala avvikande förhållanden, i det de större sjöarna sköljde tidigare än de mindre. Arealens inflytande är emellertid mera betydande för isläggningsen än för islossningen, och slutresultatet för istäckets varaktighet blir det normala. Beträffande höjдинflytandet förtjänar först och främst påpekas, att den högst och den lägst belägna sjön ha lika lång isvaraktighet, 163 dagar. Men vid jämförelse mellan medeltalen för de fem högsta och de fem lägsta sjöarna finner man medeltalen 162.2 resp. 161.2, vilket även för dessa små höjdskillnader visar ett markerat inflytande av höjden.

Hult, Nottebäcks socken, Kronobergs län:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Madkroken	11.5	197	136
Vartorps sjö	5.2	175	138
Anghultssjön	3.8	210	133
Norrsjön	3.2	201	138
Söraby sjö	2.7	174	140
Hultbren	2.0	242	138
Horshaga sjö	0.44	284	141
Borsjön	0.37	175	138
Hedasjön	0.22	223	141
Värgölen	0.15	279	141

För Änghultssjön synas speciella förhållanden i mycket hög grad vara bestämmande både i fråga om isläggning och islossning (se sid. 34 och 50). Om vi efter eliminerande av denna sjö taga medeltalet av isvaraktigheten för övriga sjöar, vilkas areal uppgår till minst 3 kvkm. och däröver, finna vi detta vara 137.3. För de sjöar, vilkas areal understiger 1 kvkm., uppgår motsvarande tal till 140.3. För sjöar, vilkas höjd uppgår till över 180 meter, blir medeltalet 139.2, för sjöar under 180 m. ö. h. 138.7. Både areal- och höjдинflytande kan således här påvisas.

Sjöar på gränsen mellan Halland och Västergötland:

Sjö	Areal	Höjd	Isvaraktighet
Mäsen	4.0	51	76
Stensjön	3.1	13	88
Skärsjön (Grimetons socken)	3.0	49	84
Neden	2.5	77	89
Skärsjön (Fjärås socken)	1.22	66	97
Barken	1.18	84	107
Skällesjön	0.32	113	107
Tagsjön	0.13	81	107
Gällarpssjön	0.08	77	109

ISTÄCKETS VARAKTIGHET

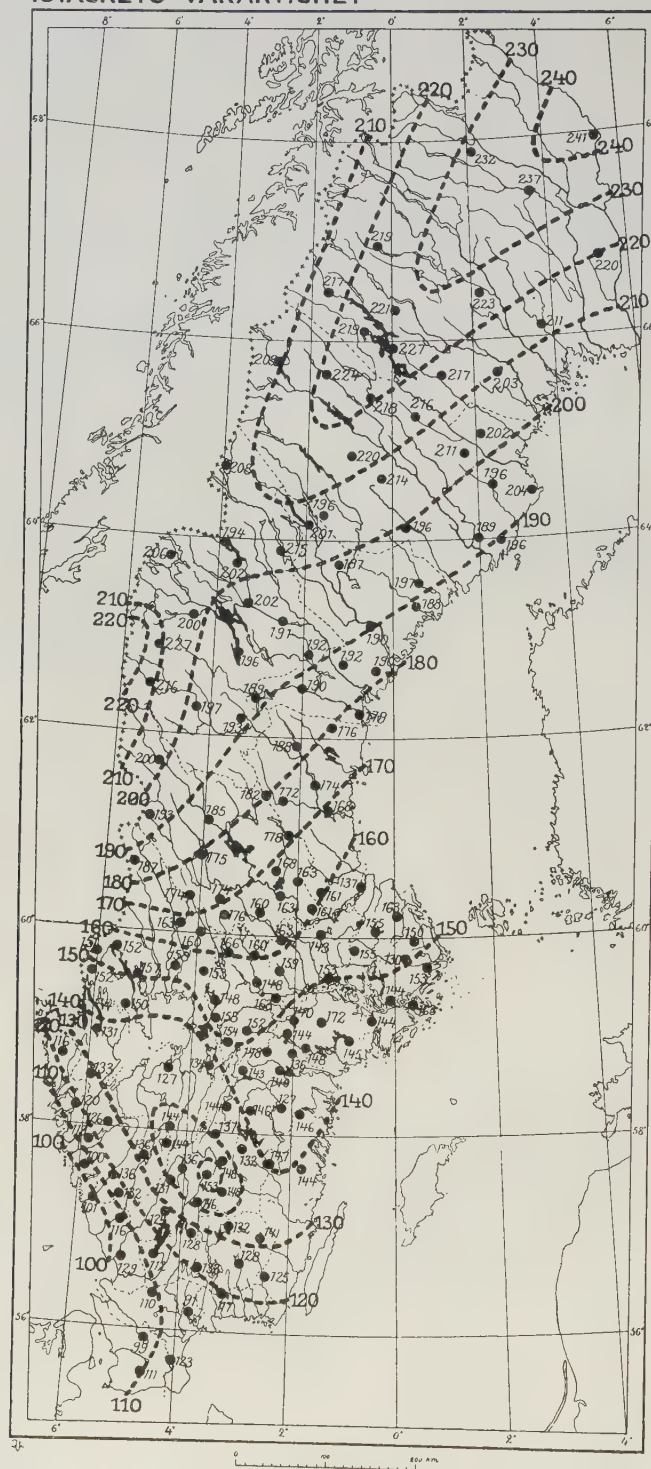


Fig. 12. Istäckets varaktighet i landets skilda delar.

Utan vidare kan man här iakttaga arealens inflytande. Beträffande islossningen var denna inverkan av motsatt art, av skäl som framhållits sid. 51. Av detta exempel

framgår alltså tydligt, att arealens betydelse för isläggnings- och islossnings-ningen. Höjdens inverkan framgår ej med samma tydlighet. De tre största sjöarna äro också de lägst belägna. Stensjön har längre isvaraktighet än de övriga, beroende därpå, att dess isläggning inträffar tidigare, och orsakerna härtill hava anförts på kapitlet om isläggnings- (sid. 35).

I fig. 12 meddelas en karta över istäckets varaktighet i landets olika delar. Det iögonenfallande draget vid jämförelse med isläggnings- och islossningskartorna är den-
sammans överensstämmelse med den förstnämnda kartan. Vissa punkters avvikelser från uppdragna isokroner ha i det föregående på kapitlen om isläggning och islossning diskuterats.

Amplituder.

På kapitlet om materialet har frågan om amplituderna något vidrörts. Av tabellen sid. 5—7 framgår, att desamma äro betydligt olika i olika delar av landet, varjämte även de individuella variationerna ofta äro rätt stora mellan sjöar i samma trakt. Fig. 1 sid. 12 visar exempel på hur amplituden (linjen m) förändras hos här ifrågavarande företeelser med stigande n -tal.

Under det amplituden i landets nordliga delar för isläggning och islossning i allmänhet håller sig under ± 10 , växer den mot söder och når i Sydsverige över ± 20 . Å kartorna fig. 13 och 14 ha isläggnings- resp. islossningsamplituderna för en del längre observationsserier inlagts, och med stöd av dessa siffror hava några kurvor uppdragits. Vi finna av dessa kurvor, att isläggningsamplituden för ± 10 ungefärligen stämmer med isläggning omkring den 1 november, amplituden ± 15 med isläggning omkring den 20 november och amplituden ± 20 med isläggning omkring den 10 december. En tidsskillnad av 20 dagar i fråga om isläggnings inträffande motsvaras sålunda av en amplitudförändring om ± 5 dagar. Dock än det möjligt, att förhållandena i nordligaste Sverige avvika från denna regel så till vida, att amplituden här icke avtager i samma tempo utan även vid tidigare isläggning håller sig mellan ± 10 och ± 5 . Tillräckligt långa serier för noggrannare amplitudberäkning saknas dock för dessa trakter.

Islossningsamplituden ± 10 överensstämmer ungefär med islossning 130—140 dagar efter årsskiftet (omkring den 10—20 maj), amplituden ± 15 med islossning omkring den 20 april och amplituden ± 20 med islossning omkring den 1 april. Även i detta fall få vi fram ungefärligen samma tidsförhållande mellan företeelsen själv och dess amplitud, som nyss påpekades för isläggnings- . Samma avvikelse för nordligaste delen av landet synes även här kunna konstateras.

Ehuru siffror av acceptabel säkerhet saknas för de västra fjällområdena, har isläggningsamplituden ± 10 dragits så, att den avgränsar två skilda områden, ett nordligt och ett sydligt, samt att västgränsen för det förra faller öster om riksgränsen. Tillräckligt långa observationsserier saknas visserligen för dessa trakter, men för de i det föregående nämnda sjöarna i Tärna socken, Västerbottens län, blir medelamplituden (8 års

Isläggningens amplitud

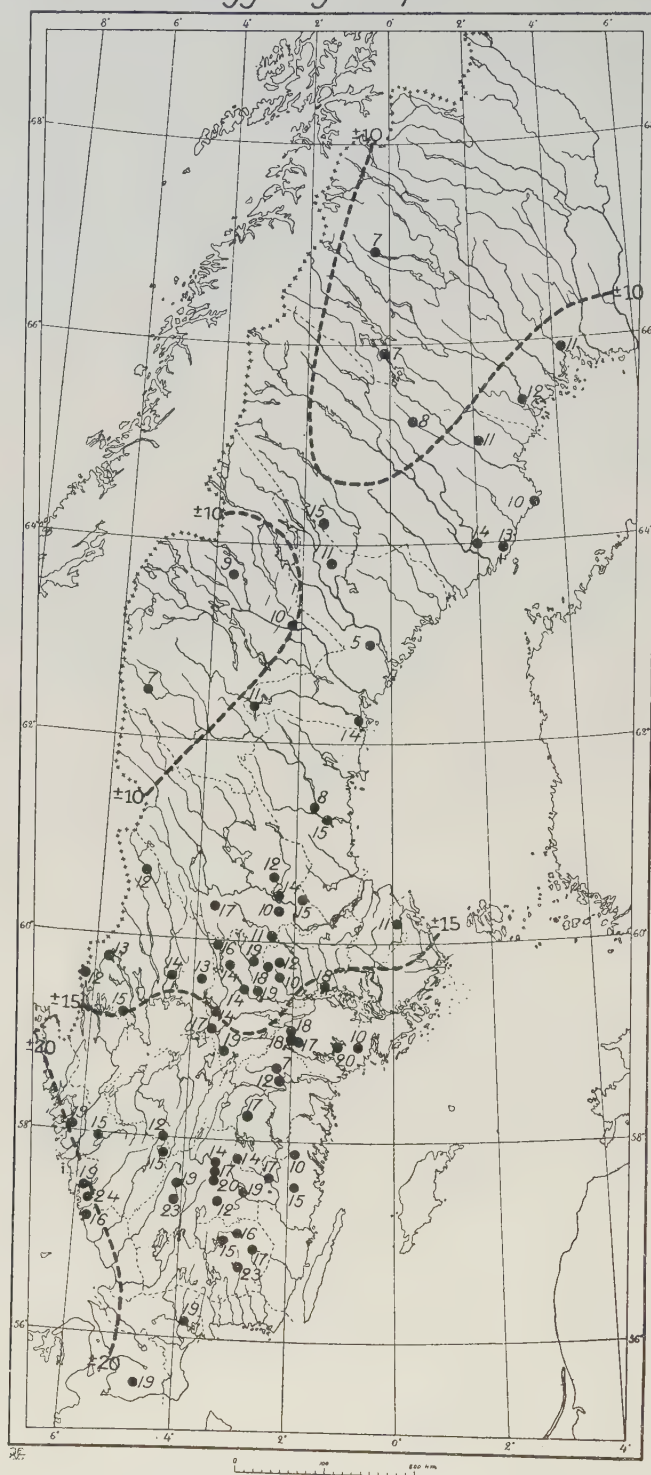


Fig. 13. Isläggningens medelamplitud i landets olika delar.

observationer) för isläggningen ± 11.6 , under det islossningsamplituden stannar vid ± 6.4 . Från samma område något längre österut finnas observationsserier från 5 andra sjöar under 7 års tid. Motsvarande amplituder bli där resp. ± 10.7 och ± 8.4 .

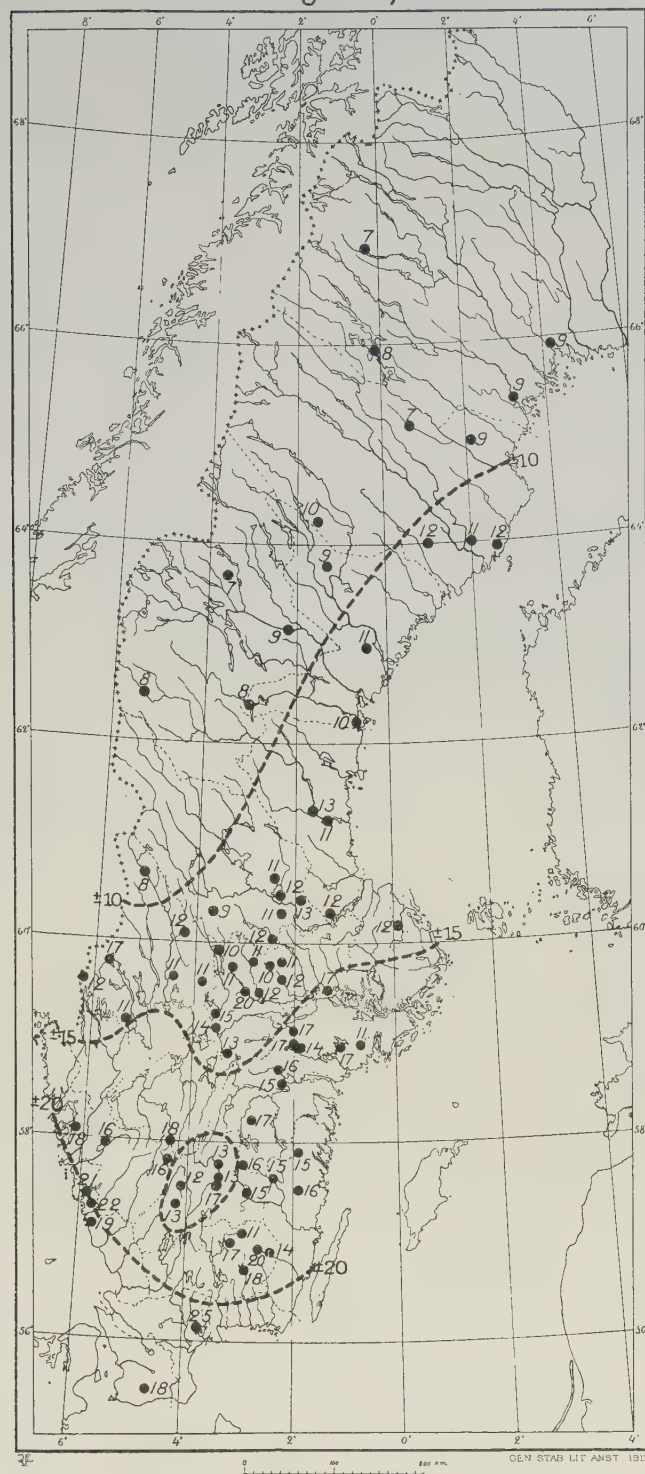
Islossningsamplitud

Fig. 14. Islossningens medelamplitud i landets olika delar.

Även på annat sätt kan man skönja, att amplituden, ehuru inom trängre gränser, varierar åt samma håll som företeelsen själv. Med tilltagande areal stiger nämligen isläggningens amplitud och sjunker islossningsamplituden.

Från Jäxbosjöarna kunna följande siffror anföras:

Sjö	Areal	Isläggnings- amplitud	Islossnings- amplitud
Skedvisjön	9.0	± 10.8	± 11.6
Långsvan	7.6	9.9	11.5
Västlandasjön	6.3	10.6	11.0
Oppäsen	5.1	11.6	11.7
Iresjön	4.9	9.7	12.9
Lillsvan	3.8	11.6	14.1
Rölen	1.5	9.6	11.5
Lundbysjön	1.3	9.8	11.4
Stora Vålen	0.80	10.0	10.9
Meslängen	0.79	9.5	11.4
Spaden	0.71	11.5	13.5
Andern	0.49	10.1	11.3
Tisjön	0.46	9.4	11.8
Rotsjön	0.34	9.0	11.6

För dem av ovanstående sjöar, vilkas areal uppgår till 5 kvkm. och däröver, är isläggningsamplituden i genomsnitt ± 10.7 , för de sjöar, vilkas areal ej överstiger 0.5 kvkm., är motsvarande amplitud ± 9.5 . Motsvarande islossningsamplituder äro ± 11.5 och ± 11.6 . Höjdskillnaderna (se sid. 31) synas här så små, att man på dem beträffande amplituden icke kan bygga säkra slutsatser. För detta ändamål anföras ett par andra exempel.

Slätten, Föllinge socken, Jämtlands län:

Sjö	Areal	Höjd	Isläggnings- amplitud	Islossnings- amplitud
Sandvikssjön	12.0	284	± 7.2	± 6.8
Holmsjön (Gysen)	11.3	396	9.6	7.9
Åkersjön	11.2	476	8.2	7.7
Lövsjön	8.5	303	8.6	7.1
Ottsjön	8.2	311	9.6	7.5
Föllingesjön	3.3	292	7.6	6.1
Ockren	2.5	298	9.3	8.2

Isläggningens medelamplitud för de tre sjöarna med över 11 kvkm:s areal uppgår till ± 8.3 , för de båda sjöarna med mindre areal än 3.5 kvkm. till ± 7.2 . Motsvarande islossningsamplitud är i båda fallen ± 7.2 . För de sjöar, som ligga mer än 400 m. ö. h., är isläggningsamplituden ± 8.2 , för sjöarna under 300 m. ö. h. är den ± 8.0 . Islossningsamplituderna äro resp. ± 7.7 och ± 7.0 . Lövsjön och Ottsjön ha trots sin överensstämmande areal betydligt olika amplituder, vilket möjligen kan tillskrivas den skiljaktiga arten av deras vattenförsörjning (se sid. 33).

Laxnäs, Tärna socken, Västerbottens län:

Sjö	Areal	Höjd	Isläggnings- amplitud	Islossnings- amplitud
Björkvattnet	25.4	391	± 12.6	± 6.4
Tängvattnet	14.4	471	10.5	6.3
Laisotsjaur	13.0	452	11.7	5.6
Gardiksjön	11.8	377	8.9	6.5
Joesjö	6.2	486	15.7	8.5
Västansjö	4.5	452	10.3	5.2

Isläggningens medelamplitud blir för de tre största sjöarna lika med den för de tre minsta sjöarna eller ± 11.6 , således ingen skiljaktighet. Bemärkas bör, att även den minsta av Laxnässjöarna i jämförelse med övriga såsom exempel använda sjöar har rätt betydande areal. För sjöarna med större h. ö. h. än 400 m. blir amplituden ± 12.1 , för sjöarna lägre än 400 m. blir den ± 10.8 . Islossningsamplituden för de tre största sjöarna är ± 6.1 , för de tre minsta ± 6.7 , för de fyra högsta ± 7.2 , för de tre lägsta ± 6.5 .

Med större höjd över havet följer således även ökad amplitud. Man kunde ju möjligen hava väntat motsatsen, att temperaturförhållandena på större höjd skulle varit mera stabila än på lägre.

För att kunna säga något bestämt angående maximiamplituderna hade man behövt längre observationsserier än som här stått till buds. I följande kapitel kommer

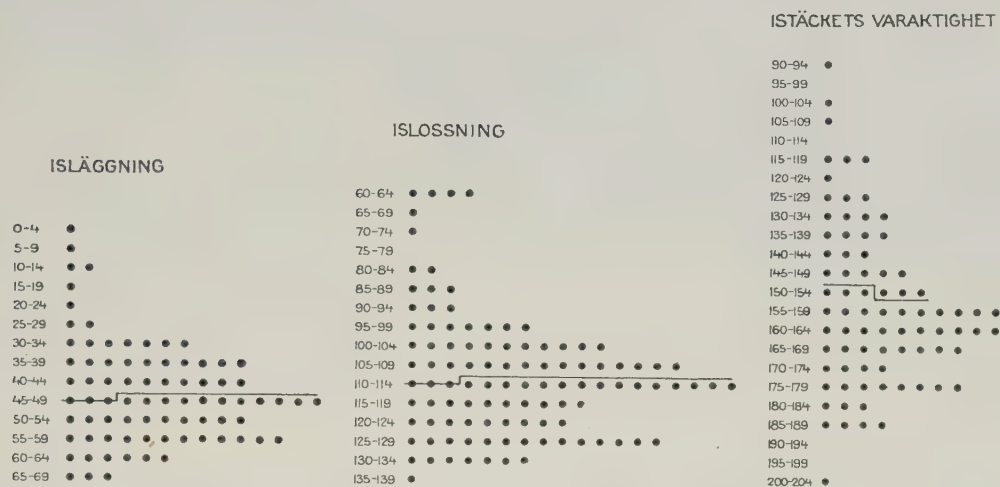


Fig. 15. Frekvensfigurer för isläggning, islossning och istäckets varaktighet hos de sammansatta serier, som använts för periodanalys.

att diskuteras längre serier, sammansatta av uppgifter från flera olika sjöar på sätt, som där anges. Isläggningsobservationerna omfatta en tidrymd av 80 år i följd, medeltalet kan anses bestämt på ± 1.5 dag när, och medelamplituden utgör ± 13.3 dagar. Medeltalet är 45 dagar före årsskiftet och tiderna variera mellan 0 och 69 dagar före årsskiftet, således en maximiamplitud av -45 och $+24$. För islossningen har serien en längd av 106 år, medeltalet 110 dagar kan anses bestämt på ± 1.6 när, och medelamplituden utgör ± 16.2 . Tiderna variera mellan 63 och 135 dagar efter årsskiftet, således en maximiamplitud av -47 och $+25$. Istäckets varaktighet är i medeltal under 80 år 152 dagar, bestämt på ± 2.4 när, medelamplituden är ± 21.6 . Siffrorna variera mellan 94 och 204 dagar, således en maximiamplitud av -58 och $+52$ dagar.

Av maximiamplitudsiffrorna för isläggning och islossning framgår, att minusamplituderna för isläggning och islossning äro större än plusamplituderna. Medeltalet av alla isläggningssiffror i ifrågavarande serie under medelisläggningstid blir också -11.6 , under det medeltalet för alla siffrorna över medelisläggningstid blir endast $+9.4$. Motsvarande siffror för islossningen äro -13.7 och $+11.7$ samt för isvaraktigheten -18.9 och $+16.4$. I fig. 15 ha siffrorna grafiskt uppdelats i grupper (varje siffra betecknad med en punkt), varjämte medeltalet utmärkts som en linje. De så åstad-

komna frekvensfigurerna ha för alla företeelserna likartad gestalt, och förklaringen till den nyssnämnda stora plusamplituden för istäckets varaktighet befinns vara den, att siffran ifråga är en alldeles isolerad företeelse.

Av siffrornas olikformiga fördelning kring medeltalet framgår, att mycket sena isläggningar och mycket sena islossningar tillhöra sällsyntheterna. Möjligen spela vindförhållandena härvid en roll så till vida, att under en stormig höst, som därtill icke är alltför kall, sjöarna en längre tid hindras från att tillfrysa, liksom att under en tidig och stormig vår isen brytes i förtid. Bortser man från dessa relativt sällsynta fall, blir fördelningen å ömse sidor om medeltalet mera jämn, och man torde icke ha anledning bestämma medelamplituden efter annan formel än den sid. 9 angivna.

Periodicitet.

De flesta meteorologiska elementarföreteelser synas vara underkastade en viss regelbunden ehuru tämligen invecklad periodicitet. Ibland är en serie observationer över en dylik företeelse så pass fri från störande element, att denna periodicitet ensam kan användas för uppställande av goda prognoser (se t. ex. WALLÉN 1910, WALLÉN 1913 samt de »Vattenståndsförutsägelser», som av överdirektör AXEL WALLÉN årligen under perioden 1910—1920 publicerats i Teknisk Tidskrift).

I föreliggande fall ha vi, såsom ovan visats, ej direkt att göra med ett enkelt fenomen, utan snarare med resultatet av en samverkan mellan skilda företeelser och dessas olika perioder. Viktigast är visserligen lufttemperaturen, men störande på dennas inflytande verka vindförhållanden, molnighet, vinternederbörd, sjöarnas termiska tillstånd m. m. Det är då tydligt, att de perioder, som tilläventyrs kunna påvisas i fråga om isläggning, islossning och isvaraktighet, i mer än ett hänseende måste betecknas som resultantperioder. Vad temperaturperioderna beträffar, kunna dessa t. ex. endast inverka på sagda företeelser, för så vitt de gå ned under 0° . Sannolikt finnas för övriga faktorer likartade, ehuru ej så utpräglade gränser, vilka, om de ej uppnås, göra en eventuell period hos faktorn ifråga verkningslös.

I det följande kommer jag huvudsakligen att undersöka, huruvida en periodicitet överhuvudtaget står att uppvisa samt, om detta är händelsen, söka bestämma ev. förekommande perioders längd och amplitud.

Om man vill konstatera en periodicitet hos en klimatisk företeelse, bör man till sitt förfogande ha så långa och fullständiga observationsserier som möjligt. Tyvärr finns inom det material, jag i det föregående behandlat, inga tillräckligt långa originalserier. För att ändock söka komma till ett resultat har jag nedan gjort experiment med att av material från flera håll sammansätta lämpliga serier. Ehuru observationer finnas såväl från slutet av 1700-talet som från förra delen av 1800-talet, förekomma dock åtskilliga luckor, så att vi först från och med hösten 1837 ha årliga isläggnings- och från och med våren 1811 årliga islossningsobservationer (se tabellen sid. 6).

Som begynnelseserie för isläggningsen har jag ej haft mer än en att välja på, nämligen den från sjön Kärn i Nyeds socken, Värmlands län. På samma sätt har jag

för islossningen måst börja med den älsta sammanhängande serien från sjön Hugn, Köla socken, Värmlands län. Till dessa serier ha vid deras avslutande därefter fogats andra, på vilka dock vissa krav måste ställas. De serier, som på antytt sätt samman knyts, måste, för att ej olikvärdiga regionala faktorer skola äventyra resultatet, härstamma från ej alltför vitt skilda trakter av landet, och deras medeltal bör därför vara tämligen likartat. Vidare bör medelamplituden vara någorlunda densamma för alla delserierna. I så beskaffade serier kan man ha anledning förmoda, att samma faktorer göra sig gällande med tillnärmelsevis samma styrkegrad. Skulle medeltalen för delserierna något avvika från varandra, ökas eller minskas alla siffrorna inom en sådan med ett belopp, som bringar medeltalet till överensstämmelse med exempelvis det för den längsta serien. Tyvärr ha vissa svårigheter yppat sig att på ett fullt tillfredsställande sätt tillgodose alla de nämnda kraven.

För isläggnigen har jag uppställt följande serie:

Sjö	Socken	Län	Areal i kvkm.	Höjd i m. ö. h.	Period	Medeltal	Amplitud	Tillägg
Kärn	Nyed	Värmlands	0.4	73	1837—52	42 (43 år)	± 13.9	+ 4
Ösjön	Hjulsjö	Örebro	0.7	154	1853—86	46 (34 år)	± 13.7	± 0
L. Lungen	Lungsund	Värmlands	1.5	113	1887—1903	44 (22 år)	± 13.6	+ 2
L. Kedjen	Gunilbo	Västmanlands	1.6	94	1904—13	45 (15 år)	± 11.7	+ 1
V. Sundsjön	Nordmark	Värmlands	0.7	256	1914—16	45 (9 år)	± 13.8	+ 1

I ovanstående tabell anges under rubriken »Period» vilken del av den sammansatta serien, som härstammar från sjön ifråga. Efter medeltalet anges inom parentes hur många årsobservationer, som använts för detsammans beräkning.

Svårigheten att finna lämpliga sjöar har varit störst för de sista 13 åren. Då övriga sjöar samtliga härstamma från trakterna strax norr om isokronen för isläggning c:a 40 dagar före årsskiftet, borde ju även de sjöar, från vilka uppgifterna för nämnda tid skulle hämtas, sökas här. Emellertid äro, som synes av tabellen sid. 6 observationerna just från dessa år tämligen tunnsådda. Ingen någorlunda lång observationsserie finns, med en amplitud om ± 13 à 14 dagar, varför den noggranna, mångåriga serien från sjön Lilla Kedjen i Gunilbo socken, Västmanlands län, för ändamålet måste tillgripas, oaktat dess amplitud uppgår till endast ± 11.7 . För det sista årtiondet härstamma uppgifterna i mycket stor utsträckning från helt nya sjöar, varför någon längre serie, motsvarande de ovan angivna fordringarna, ej stod att erhålla. Medeltalet från Västra Sundsjön i Nordmarks socken, Värmlands län, användes därför, ehuru en tidrymd av blott 9 år måste anses för kort för beräkning av ett någorlunda säkert medeltal.

I fig. 16 har den sammansatta serien utlagts överst i form av en kurva. Å ordnatan hava avsatts det antal dagar, som isläggnigen inträffar före årsskiftet, och å abskissan de olika åren, börjande med vintern 1837—38. De olika punkterna på kurvan (o) ha sammanbundits med räta linjer.

Redan vid första ögonkastet kan man finna att i denna kurva ingår en period av mycket kort varaktighet, två eller tre år. Densamma har därför enligt den av WALLÉN (WALLÉN 1910 sid. 63) närmare beskrivna metoden underkastats en utjämning med 2, sedan det visat sig, att en utjämning med 3 gav ett mindre tillfredsställande resultat. Den utjämnade kurvan (u_2) är sålunda befriad från en fåårig period men innehåller alla

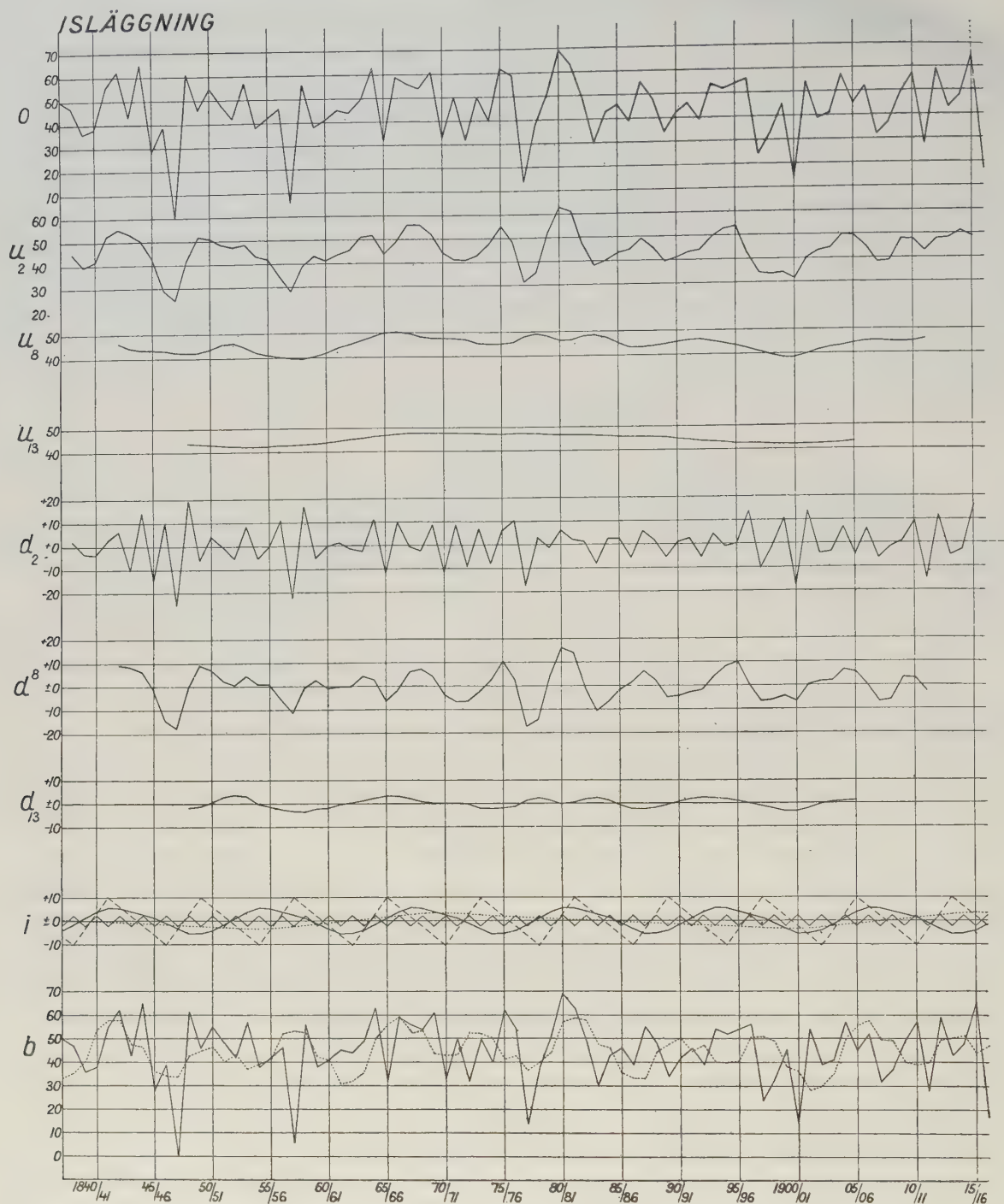


Fig. 16. Analys av en sammansatt, 80-årig isläggningsserie. o = originalkurva, u = utjämnade kurvor, d = differenskurvor, i = elementarperioder, b : — originalkurva, resultantkurva.

längre perioder ehuru till sin amplitud något förminskade. Differenskurvan d_2 visar den isolerade fååriga perioden. Denna framträder sträckvis som 2-årsperiod men övergår ibland till längre varaktighet. Ur differenskurvan finna vi, att medeltiden mellan maxima (som beteckna tidig isläggning) för alla säkert avslutade perioder, alltså från maximet

1842 till maximet 1912, utgör 2.4 år eller c:a 29 månader. Denna period avspeglar förmodligen de stycken av en mycket kortvarig period i temperaturen, där denna går ned under 0° . Någon parallellisering med t. ex. den period i lufttemperaturen i Stockholm om c:a 26 månader, som WALLÉN konstaterat (WALLÉN 1913, sid. 23), torde knappast kunna göras. Överhuvudtaget lämpa sig perioder av sådant (kontinuerligt) slag icke för jämförelse med de här ev. förefintliga, vilka ju härstamma ur engångsobservationer pr år.

WOEIKOF har beträffande temperaturen i Stockholm konstaterat, att vintrarna med jämnt årtal i medeltal äro $1^{\circ}.3$ — $1^{\circ}.9$ varmare, de udda vintrarna däremot $0^{\circ}.20$ — $1^{\circ}.12$ kallare än 150-årsmediet (WOEIKOF 1906). Till en vinter med jämnt årtal hör isläggning under föregående höst eller inom ett år med udda årtal. Om WOEIKOF's 2-årsperiod är riktig — den är senare kontrollerad och bestyrkt av PETTERSSON (PETTERSSON 1916, sid. 103) — skulle den kunna tänkas yttra sig som en tidigare isläggning under höstar med jämnt årtal (t. ex. vintern 1838—39) och senare isläggning under höstar med udda årtal (t. ex. 1839—40). Av mina elementarkurvor *i* (fig. 16) se vi också, att de förra höstarna ha c:a 2 dagar tidigare isläggning, de senare c:a 2 dagar senare isläggning än medeltalet för serien. WOEIKOF's 2-årsperiod synes sålunda genom mina undersökningar bekräftad.

I den med 2 utjämnade kurvan, u_2 , förefinnes en följd av rätt utpräglade maxima och minima. Någon överensstämmelse med solfläcksperioderna kan dock ej påvisas. Efter utjämningsförsök med 5, 8 och 11 har jag funnit, att en utjämning med 8 givit för fortsatta undersökningar bästa resultat. Den med detta tal utjämnade kurvan återfinnes som kurvan u_8 i fig. 16, och differenskurvan d_8 skulle då innehålla den isolerade 8-årsperioden. Medelantalet är mellan maxima utgör 8, mellan minima 7.6, men inom serien växla maximi- och minimiavstånd för övrigt rätt avsevärt. Då perioden av differenskurvan att döma synes vara rätt utpräglad, kan det vara av intresse att se, om den på något sätt avspeglar sig i den ursprungliga kurvan. I nedanstående tabeller återfinnas medeltalen för åren närmast omkring dessa tidpunkter.

Max. Vinter	År före max.			Max.	År efter max.		
	3.	2.	1.		1.	2.	3.
1842—43	36	38	55	62	43	65	28
49—50	39	0	61	46	55	48	42
63—64	41	45	44	49	63	32	59
67—68	63	32	59	56	54	61	33
75—76	32	50	40	62	59	14	38
80—81	14	38	51	69	63	49	30
87—88	43	46	39	55	48	34	42
95—96	39	54	52	54	56	24	33
1904—05	54	39	41	57	45	52	32
14—14	28	59	43	48	65	17	—
Med.	38.9	40.1	48.5	55.8	55.1	39.6	37.4

Perioden yttrar sig tydligt såsom ett utpräglat maximum även i originalkurvan.

Min.	År före min.			Min.	År efter min.		
Vinter	3.	2.	1.		1.	2.	3.
1839—40	—	50	47	36	38	55	62
47—48	65	28	39	0	61	46	55
57—58	38	42	46	6	56	38	41
65—66	44	49	63	32	59	56	54
71—72	54	61	33	50	32	50	40
77—78	40	62	59	14	38	51	69
83—84	69	63	49	30	43	46	39
89—90	39	55	48	34	42	46	39
1900—01	24	33	45	14	54	39	41
07—08	57	45	52	32	37	49	57
Med.	43.0	48.8	48.1	24.8	46.0	47.6	49.7

Själva minimiåret har visserligen mycket sen isläggning, men på ömse sidor där-
om synes perioden mindre utpräglad.

Äfven en 8-årsperiod med avsevärd amplitud, var åttonde vinter således mycket
varm, är konstaterad av WOEIKOF i Stockholmstemperaturen och behandlas utförligt
av PETTERSSON, som härrör densamma av fullmånens befintlighet i zenit eller nadir
för Stockholms meridian, vilket inträffar så gott som precis vart åttonde år (PETTERS-
SON 1916, sid. 122). Jämte denna 8-årsperiod finner PETTERSSON även en nioårig period,
ehuru med svagare amplitud, vilket bidrager till att i någon mån komplicera förhållan-
dena. En jämförelse mellan dessa perioder och isläggningsförhållandena är emellertid
av stort intresse.

Varma vintrar i Stockholm enligt PETTERSSON och WOEIKOF		Sen isläggning i mellersta Sve- rige enligt mina kurvor u_2 och d_8 i fig. 16
8-årsperioden	9-årsperioden	
1874		1872, 1873, 1874
		1876, 1877
1882	1880	1882, 1883, 1884, 1885
1890	1889	1889, 1890, 1891, 1892
1898	1898	1897, 1898, 1899, 1900
1906	1907	1906, 1907

De anförda åren med »sen isläggning» ha alla isläggning tidigare än medelislägg-
ningstid. Överensstämmelsen med de PETTERSSON-WOEIKOF'ska perioderna är ganska
påtaglig. För undersökning av de oscillatoriska och cycliska förändringarna i period-
längderna torde här föreliggande material icke lämpa sig.

I kurvan u_8 fig. 16 förefinnas åter vissa ganska regelbundna maxima och minima.
Av de förra har ett tydligen blivit deformerat och kluvet i två bredvid varandra lig-
gande. Bortser man från denna omständighet och räknar, att detta maximum inträff-
fat t. ex. 1880, får man fram en utpräglad 13-årsperiod med maxima höstarna 1852,
1866, 1880 och 1892 samt minima höstarna 1848, 1858, 1874, 1887 och 1900. Mellan
maxima förflyta i medeltal 13.1 och mellan minima 12.8 år.

Efter utjämning med 13 återstår kurvan u_{13} , som uppvisar två tydliga minima
och ett däremellan beläget maximum. Avståndet från det första minimet (hösten 1854)
till maximet (hösten 1869) utgör 15 år, och från detta till det andra minimet (1900)
31 år. Hela periodens längd borde sålunda i detta fall utgöra 46 år. Att av kurvan
ifråga sluta sig till periodens verkliga längd är naturligtvis fullkomligt omöjligt. På
sin höjd kan man våga säga, att denna torde falla måhända mellan 20 och 70 år. Av
mera bekanta perioder är det väl närmast den BRÜCKNER'ska 35-årsperioden, som här

kunde tänkas återfunnen. Denna skulle emellertid (enligt BRÜCKNER 1890) ha minima omkring 1836—1850 och 1871—85 samt ett mellanliggande maximum 1851—70. Ingen av dessa epoker kan i här föreliggande material identifieras. Måhända förtjänar erinras om att BRÜCKNER's beräkningsmetoder bl. a. av SCHREIBER underkastas en mycket skarp kritik (SCHREIBER 1896).

Den av utjämningen förorsakade amplitudförminskningen har beräknats enligt den av WALLÉN efter SCHREIBER anförda formeln (WALLÉN 1910, sid. 63):

$$\mu = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sin n \frac{180}{l}}{\sin \frac{180}{l}},$$

där n = antalet termer, varmed utjämning sker, och l = periodlängden. Härvid visade det sig, att i kurvan u_2 8-årsperioden finnes kvar med 92 %, 13-årsperioden med 97 % och en ev. 46-årsperiod med 100 %. I kurvan u_8 finns 13-årsperioden behållen med 47 %, och 46-årsperioden med 95 %. Slutligen finns i kurvan u_{13} 46-årsperioden kvar med 83 %. 2-årsperiodens korrigerade medelamplitud blir ± 2.2 dagar, 8-årsperiodens ± 10.1 dagar, 13-årsperiodens ± 5.5 dagar och 46-årsperiodens ± 3.4 dagar.

Efter medelamplituder och medelperiodlängder hava de olika periodernas idealkurvor beräknats, varvid amplitudförminskningen iakttagits. Resultatet har uppritats i kurvorna i (fig. 16). Resultantkurvan har slutligen utlagts på originalkurvan för jämförelse (b i fig. 16, resultantkurvan prickad, originalkurvan heldragen). Som synes, är överensstämmelsen ingalunda slående. Detta får tillskrivas i främsta rummet två omständigheter, dels att tillfälligheter av skilda slag verka i hög grad störande, dels att perioderna mycket ofta äro längre eller kortare än sin medellängd, något som åstadkommer förskjutningar även i resultantkurvan. Härtill kommer, att sannolikt även andra perioder än de, som ovan urskilts, förefinnas. Någon som helst betydelse för uppgörande av prognóser kan ej tillmätas dessa beräkningar.

För islossningen har en längre serie kunnat fås än för isläggnings. Tillvägagångssättet vid densammas uppgörande har varit likartat, men svårigheterna att finna lämpliga sjöar ha varit större. Endast en begynnelseserie stod till buds, nämligen den från sjön Hugn i Köla socken i Värmland. Som amplituden här uppgick till det rätt avsevärda beloppet av ± 16.3 , måste även i fortsättningen sjöar med någorlunda likartad amplitud väljas. Därigenom kom visserligen den långa serien från sjön Östra Lägern till användning, men i stället medför denna sjös från de övrigas avvikande areal en svaghet hos den sammansatta serien. Vidare ha sjöarna måst sökas i vitt skilda delar av landet. Emellertid har en serie av följande sammansättning kunnat åstadkommas:

Sjö	Socken	Län	Areal i kvkm.	Höjd i m. ö. h.	Period	Medelislossn.	Amplit.	Tillägg
Hugn	Köla	Värmlands . . .	6.5	88	1812—22	118 (52 år)	± 16.3	— 8
Ö. Lägern	Sund	Östergötlands . .	15.4	197	1823—86	110 (69 år)	± 15.8	± 0
Denseln	Vånga	Östergötlands . .	1.3	34	1887—92	108 (14 år)	± 16.8	+ 2
Hällungen	Ucklum	Göteb. o. Bohus . .	5.5	39	1893—1904	94 (17 år)	± 17.6	+ 16
Kyrksjön	Odensvi	Kalmar	4.0	86	1905—15	105 (22 år)	± 15.2	+ 5
Ousbysjön	Ousby	Kristianstads . .	6.5	72	1916—17	88 (9 år)	± 16.8	+ 22

Åtskilliga år i den äldre delen av serien äro osäkra. Så uppges för våren 1824, att Ö. Lägern gått upp i mitten av april; islossningsdatum har därför antagits vara den 15 april. Våren 1838 meddelas endast, att sjön varit körbar i början av maj samt följande vår, att sjön gått upp i mitten av maj. Båda åren har islossningen satts till den

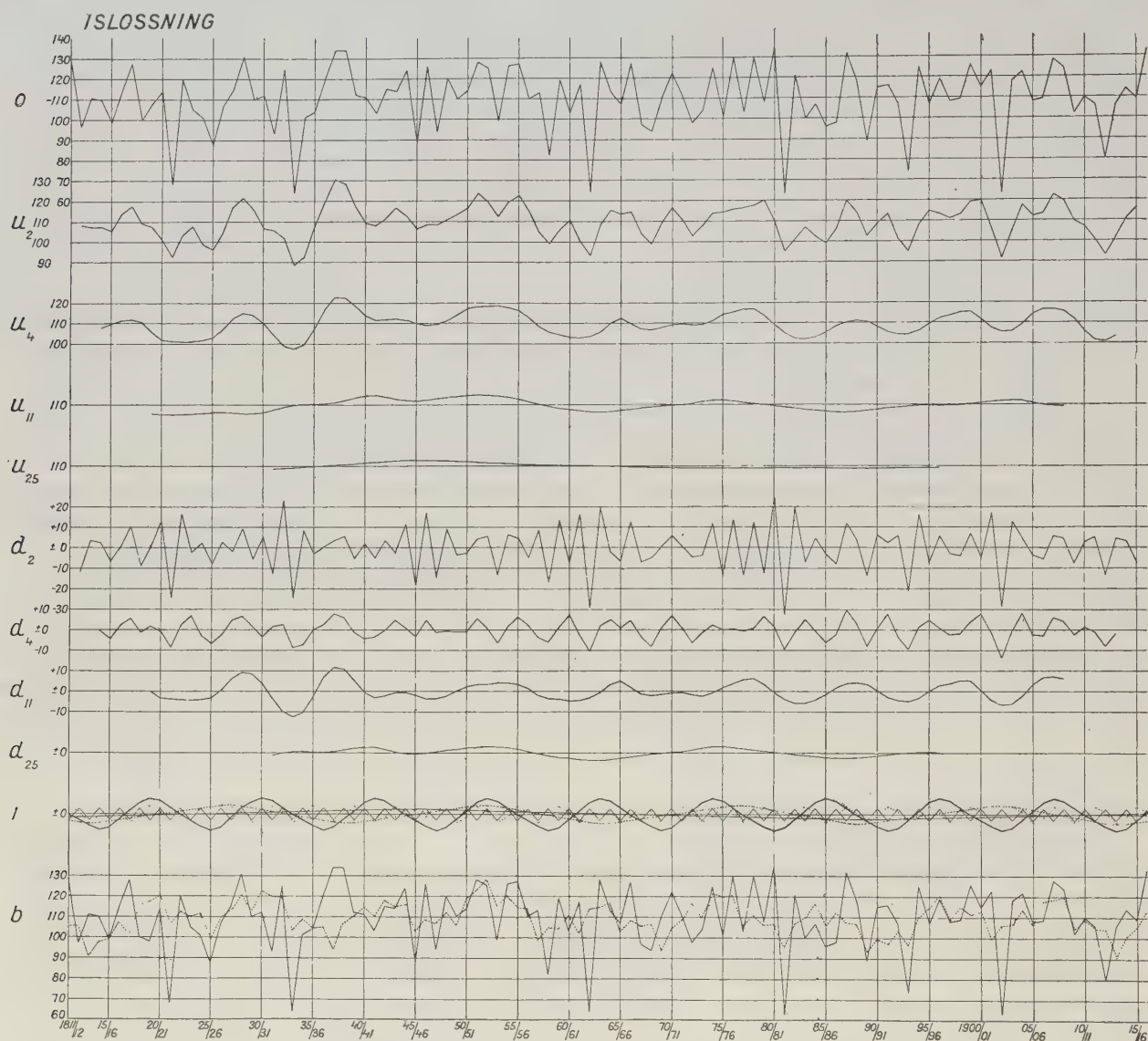


Fig. 17. Analys av en sammansatt 106-årig islossningsserie. *o* = originaalkurva, *u* = utjämnade kurvor, *d* = differenskurvor, *i* = idealkurvor. *b*: — originaalkurva, beräknad kurva.

15 maj, vilket kan vara oriktigt. Två år med så sen islossning förekomma nämligen i vanliga fall icke omedelbart efter varandra. Vidare meddelas, att sjön under vintern 1862—63 varit »gångbar endast i vikar»; islossningen har då antagits vara ovanligt tidig och satts till den 6 mars, vilket antagande naturligtvis till största delen hänger i luften. Våren 1869 säges islossning hava skett i början av april och har därför antagits till den 3 april. Slutligen meddelas, att sjön våren 1874 avkastat istäcket i april, vilket har tolkats såsom den 15 i sagda månad.

Originalkurvan återfinnes i *o*, fig. 17. Även i denna kurva förekommer på långa sträckor en tydlig 2-årsperiod. Utjämning har därför i första hand skett med 2. Efter utjämningen erhålles kurvan u_2 . Den isolerade 2-årsperioden finns då i differenskurvan d_2 , som företer samma typ, som differenskurvan d_2 i fig. 16, d. v. s. med periodlängden sträckvis längre än 2 år. Antalet år mellan maxima utgör i medeltal 2.5 mellan minima 2.6. Perioden skulle således ha större längd än 2 år. Men ej mindre än 27 av de 40 maximi-intervallerna äro på 2 år, 6 äro på 3 år och 7 på 4 år. Om de senare betraktas som dubbla 2-årsperioder, blir antalet dylika 41 av 47, och medel-längden blir då 2.1 år. Av minimi-intervallerna äro 25 på 2 år, 10 på 3 år, 3 på 4 år och 1 på 5 år. Betraktar man även här 4-årsintervallerna som dubbla 2-årsperioder, får man 31 sådana av 42 och en medelperiodlängd av 2.3 år. Idealkurvan (*i*) visar, att vårar med jämnt årtal ha c:a 2 dagar tidigare islossning, de med udda årtal c:a 2 dagar tidigare islossning än medeltalet. Även här återfinna vi således WOEFKOF's 2-årsperiod.

I den med 2 utjämnade kurvan, u_2 , framträder rätt tydligt en annan fåårig period. Medeltalet mellan maxima utgör 4.0 år, men de skilda periodernas längd växlar mellan 2 och 6. Medelintervallet mellan minima är likaledes 4.0 och växlar mellan 2 och 8. Kurvan u_2 har på grund härav utjämnats med 4, och den förmodade 4-årsperioden återfinnes isolerad i differenskurvan d_4 .

Kurvan u_4 , som innehåller alla eventuella perioder, längre än 2 och 4 år, företer likaledes en rad utpräglade maxima och minima. Intervallerna mellan de förra är, om man bortser från de ytterst svagt utbildade böjningarna å kurvan kring åren 1871 och 1873, 11.5 och mellan de senare 11.3 år i medeltal. Periodens längd blir därför närmast 11 år. Bäst utvecklad framträder den i början och i slutet av serien. Differenskurvan d_{11} innehåller den isolerade 11-årsperioden.

Den mest bekanta 11-årsperioden är ju solfläckarnas. Det kan då vara av intresse att se, om mellan solfläckarnas och islossningens 11-årsperioder någon överensstämmelse förefinnes. Efter WALLÉN (WALLÉN 1913, sid. 57) meddelar jag här nedan solfläckperiodernas maximi- och minimiår samt motsvarande vårar med sen islossning:

Maxima		Minima	
Solfl.	Islossn.	Solfl.	Islossn.
1829, 1830	1829	1823	1824
1837	1838	1833	1834
1848	1854	1844	1847
1860	1866	1856	1861
1870	1879	1867	1874
1883	1889	1878	1883
1893	1899	1889	1894
1906	1908	1901	1903

De två första maxima och de två första minima inom båda grupperna sammanfalla i det närmaste, det sista maximet och det sista minimet på två år när. Men härtill inskränker sig överensstämmelsen. Att av dessa omständigheter draga några som helst slutsatser om ett samband, anser jag förhastat.

Det kan vara av ett visst intresse att i detta fall, liksom då det gällde den mest utpräglade isläggningsperioden, se hur originalkurvans siffror förhålla sig närmast 11-årsperiodens maxima och minima.

Max. Vinter	4.	År före			Max.	1.	År efter		
		3.	2.	1.			2.	3.	4.
1817—18	111	110	99	114	128	100	108	114	68
1828—29	101	88	107	115	131	110	112	93	125
1837—38	64	101	104	120	134	134	112	111	103
1853—54	110	114	128	125	99	126	127	110	113
1865—66	117	64	128	113	107	127	97	94	110
1878—79	125	101	130	103	130	108	135	63	121
1888—89	107	96	98	132	118	89	115	116	107
1898—99	125	107	119	108	109	126	115	123	63
1907—08	118	122	108	109	128	124	102	110	106
Med.	108.7	100.3	113.4	115.4	120.4	116.0	113.7	103.8	101.8
Min. Vinter	4.	År före			Min.	1.	År efter		
		3.	2.	1.			2.	3.	4.
1823—24	108	114	68	120	105	101	88	107	115
1833—34	110	112	93	125	64	101	104	120	134
1846—47	115	114	124	88	126	94	120	110	114
1860—61	110	113	82	119	103	117	64	128	113
1873—74	110	122	111	98	104	125	101	130	103
1882—83	130	108	135	63	121	100	107	96	98
1893—94	89	115	116	107	74	125	107	119	108
1902—03	109	126	115	123	63	118	122	108	109
1912—13	124	102	110	106	80	106	114	109	133
Med.	111.7	114.0	106.0	105.4	93.3	109.7	103.0	114.1	114.1

Liksom vid nyssnämnda isläggningsperiod blir även här maximet utpräglat, under det minimet endast har själva minimiåret starkt markerat.

I kurvan u_{11} , som innehåller alla perioder, längre än 11 år, synes förekomma ytterligare regelbunden periodbildning. Ett utpräglat maximum existerar synbarligen omkring år 1853, dock föregånget av ett lägre, mindre utpräglat sådant 1842, ett annat omkring 1876 och ett tredje omkring 1904. Ett minimum tycks existera omkring våren 1830, ett mindre utpräglat sådant våren 1846, mera tydliga 1864 och 1888. Om vi bortse från de små störningarna 1842 och 1846, erhålla vi som medelintervall för de övriga maxima 25.5 och för minima 29 år. Det är emellertid troligt att, såsom redan i det föregående framhållits, de båda originalsiffrorna för åren 1838 och 1839 eller ettdera av dem äro felaktiga. Detta borde bidraga till att framflytta det första minimet något, varför jag antagit periodlängden till 25 år. Att på grund av de få perioder, som föreligga, yttra sig bestämt om den verkliga periodlängden, är omöjligt.

I den med 25 utjämnade kurvan u_{25} synes möjlighet förefinnas att urskilja ännu en period. Kurvan börjar med våren 1832. Före detta år torde ett minimum vara tillfinnandes. Det därpå följande maximet kommer våren 1846 och nästa minimum våren 1890. Antaga vi, att avståndet mellan maximet och det därpå följande minimet bildar halva periodlängden, få vi en sådan om 88 år. Denna är naturligtvis ännu mycket obestämdare än den förra. Möjligen kan det vara fragmentet av en 110-årsperiod enligt REIS, som vi här se.

Genom medelvärdesbildningen ha amplituderna på ovan anført sätt förminskats. Kurvan u_2 innehåller 4-årsperioden med 71 %, 11-årsperioden med 96 %, 25-årsperioden med 99 % och 88-årsperioden med 100 %. Kurvan u_4 innehåller 11-årsperioden med 77 %, 25-årsperioden med 95 % och 88-årsperioden med 100 %. Kurvan u_{11} innehåller 25-årsperioden med 68 % och 88 års-perioden med 97 %. I kurvan u_{25} slutligen skulle 88-årsperioden vara bibehållen till 85 %. 2-årsperiodens korrigerade medel-

amplitud blir ± 3.0 dagar, 4-årsperiodens ± 4.0 dagar, 11-årsperiodens ± 7.9 dagar, 25-årsperiodens ± 4.4 dagar och 88-årsperiodens ± 2.4 dagar.

Idealkurvorna återgivas i *i* å fig. 17. Nedanför denna finnes resultantkurvan (prickad) i *b*, jämförd med originalkurvan (heldragen). Tillfälliga störningar, oregelbundenheter i periodlängderna samt ev. andra perioder än de i det föregående behandlade bidraga även här till att göra överensstämmelsen de båda kurvorna emellan ytterst bristfällig. Icke heller denna resultantkurva lämpar sig för uppställande av prognoser.

En analys liknande de nyss framställda har även utförts i fråga om istäckets varaktighet. Värdena i originalserien ha åstadkommits genom sammanslagning av sammanhörande isläggnings- och islossningssiffror. Serien får ytterligare ett drag av överklighet över sig därigenom att de båda artificiella serier, ur vilka den bildats, ha olika medelamplitud, under det en och samma sjö av ifrågavarande storleksordning borde företett i det närmaste likartad sådan. Vi vilja emellertid se till, huruvida en periodbildning kan spåras samt ev. perioders längd och amplitud. Utgångskurvan återfinnes i *o* i fig. 18.

Sedan 2-årsperioden eliminerats, återstår kurvan u_2 , där en tydlig kortvarig periodicitet kan skönjas. Om vi bortse från den lilla nedbuktningen för vintern 1865—66, blir medelperiodlängden för maxima 4.9 och för minima 5.1 år. Periodernas längd växlar mellan 3 och 8 år. Efter utjämning med 5 återstår kurvan u_5 , som även företer en tydlig periodicitet. Avståndet mellan såväl minima som maxima är i genomsnitt 10.8 år, varför vi antaga, att vi här ha att göra med en 11-årsperiod. Lika litet som islossningens 11-årsperiod stämmer denna överens med solfläcksperioderna. I den med 11 utjämnade kurvan (u_{11}) synes förekomma ännu en längre period med två maxima och två minima. Avståndet mellan de förra utgör 28 och mellan de senare 29 år, varför periodlängden antages till 29. Efter utjämning med detta tal erhålla vi kurvan u_{29} , vilken företer spår av ännu en period, vars längd vi antaga till 75 år. Av alla dessa perioder kan endast 2-årsperioden anses till sin längd säkert konstaterad.

Genom den upprepade fortlöpande medelvärdesbildningen ha amplituderna försvagats, så att vi i kurvan u_2 (fig. 18) finna 5-årsperioden behållen till 81 % av sin ursprungliga amplitud, 11-årsperioden med 96 % och de båda återstående så gott som fullständigt. I kurvan u_5 återfinns 11-årsperioden med 68 %, 29-årsperioden med 95 % och 75-årsperioden med 99 %. 29-årsperioden finnes kurvan u_{11} kvar med 74 % och 75-årsperioden med 96 %. Slutligen finns i kurvan u_{29} den sistnämnda perioden behållen med 74 %. De korrigerade amplituderna äro för 2-årsperioden ± 3.7 , för 5-årsperioden ± 5.8 , för 11-årsperioden ± 9.8 , för 29-årsperioden ± 4.8 och för 75-årsperioden ± 2.0 .

Idealkurvorna återgivas i *i* å fig. 18. För jämförelse med originalkurvan är resultantkurvan (prickad) inlagd i *b* å fig. 18. Härjämte har inkonstruerats summan av resultantkurvorna för isläggning och islossning (streckad). I föreliggande fall har man naturligtvis att vänta ännu mindre överensstämmelse mellan beräknad och verklig tid än i fråga om isläggning och islossning. De båda resultantkurvorna överensstämja bättre sinsemellan än med originalkurvan (heldragen). Vilken av dem, som bör föredragas, kan vara likgiltigt, då ingendera i denna form synes lämpa sig för prognoser.

Resultatet av dessa periodundersökningar hos isförhållandena i våra insjöar synas visa, att periodicitet verkligen kan konstateras. Säkert är hos såväl isläggning och is-

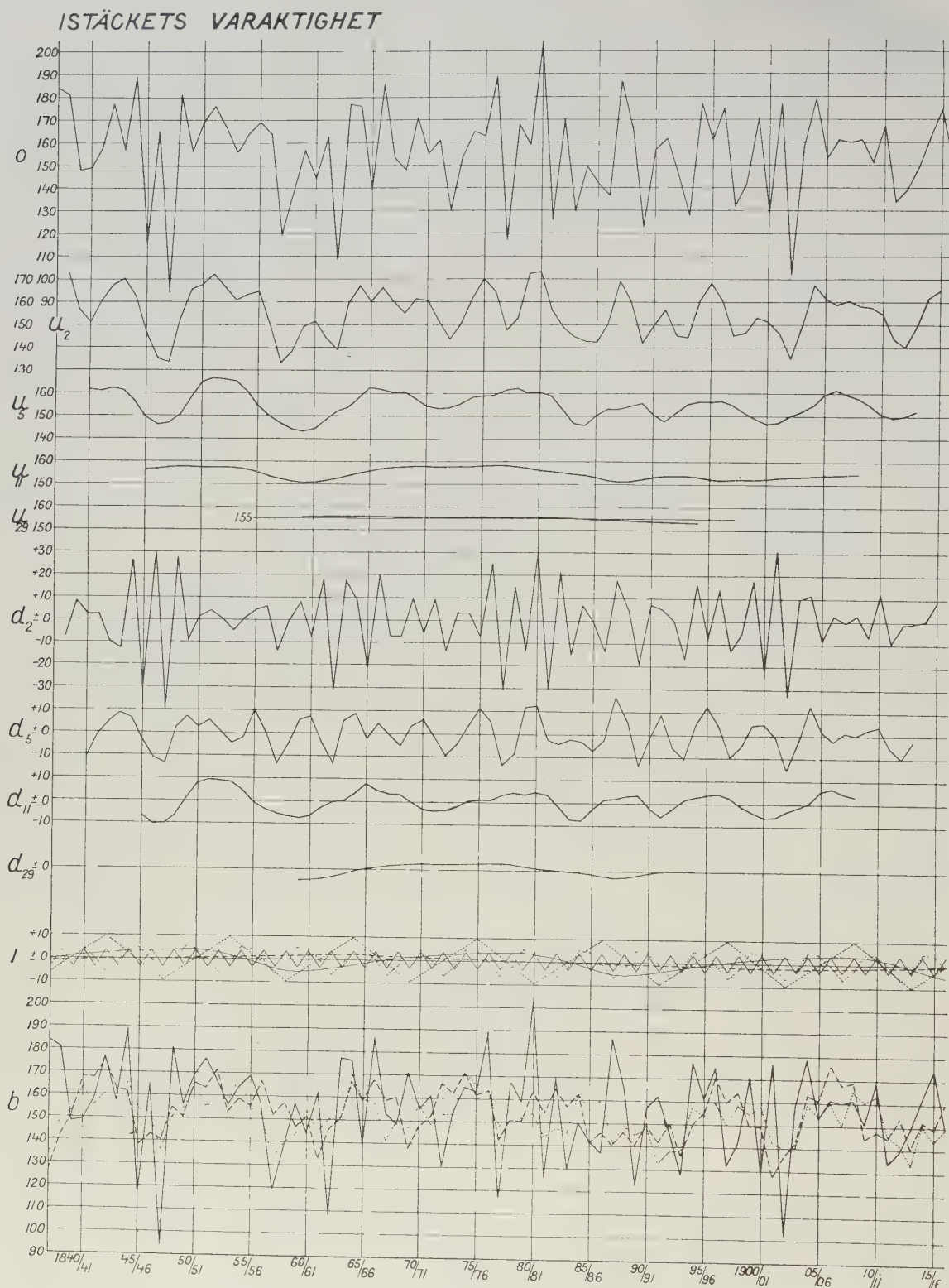


Fig. 18. Analys av en sammansatt 80-årig isvaraktighetsserie. *o* = originalkurva, *u* = utjämnade kurvor, *d* = differenskurvor, *i* = idealkurvor, *b*: — originalkurva, och — — — beräknade kurvor).

lossning som isvaraktighet ådagalagd tillvaron av en 2-årsperiod, överensstämmande med den, som WOËIKOF funnit hos Stockholmstemperaturen. Ännu en fåårig period om 4—5 år synes förefinnas. Den största amplituden har en 8-årig isläggnings- och en 11-årig islossningsperiod, vilka dock icke överensstämma med solfläckarnas 11-åriga variation. Perioder, dels om 25—50 år, dels av ännu längre varaktighet men med mindre amplitud än de förra, synas också existera, ehuru deras längd ej med föreliggande material har kunnat säkert fastställas. De kortvarigare av dessa stämma icke överens med den BRÜCKNER'ska 35-årsperioden, men de längre kunna möjligen vara identiska med den 110-åriga REIS'ska perioden. I främsta rummet på grund av tidsförskjutningar hos maxima och minima samt på grund av de stora tillfälliga störningarna — jämför t. ex. kurvorna d_2 i figurerna 16—18 med idealkurvan för 2-årsperioden (i), som åstadkommits genom medeltal av udda och jämna årtal i den förra — har man för prognoser t. ex. rörande vinterns eller sommarens längd, tidiga och sena vårar och höstar ringa nytta av föreliggande perioder. För ernående av dessa mål torde man nämligen också få ta i betraktande vinter- och sommartemperaturerna, vinterns snörikedom etc. och på sådant material tillämpa moderna undersökningsmetoder.

De större insjöarna.

Av vad i det föregående sagts framgår, att arealen har ett betydande inflytande på sjöarnas såväl isläggning som islossning. På grund härav har det befunnits omöjligt att vid beräkning av isläggnings- och islossningsmedeltiderna för övriga sjöar medtaga dessa. Då emellertid även från sådana sjöar finnas betydande serier av data, kunna de i en avhandling av föreliggande art icke utan vidare förbigås. I ett förelöpande meddelande (ERIKSSON 1918) har jag med stöd av nyss berörda siffror sökt uppkonstruera isokroner även för dessa sjöar, ett försök, som nödvändigt måste slå mindre väl ut, dels på grund av sjöarnas ifråga ojämna fördelning över landet, dels på grund av deras inbördes olikhet beträffande areal, djup m. m. I stället föredrar jag nu att anföra det existerande materialet från varje särskild sjö, där observationer utförts under längre tid, samt anföra övriga data av intresse.

Sjöarnas ifråga storleksordning har i det föregående (sid. 6) redan berörts. Bland dessa sjöar inräknar jag icke de stora mellansvenska insjöarna Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren, där företeelserna äro av delvis rätt invecklad art. En av dessa sjöar, Mälaren, är för övrigt föremål för en ingående specialundersökning i fråga om isförhållandena, och då observationerna hunnit pågå tillräckligt länge, bli dess isförhållanden sannolikt föremål för särskild diskussion.

Utgående norrifrån behandla vi härnadan de sjöar, från vilka längre observationsserier finnas. Isläggning och islossning uttryckas i antal dagar före resp. efter årsskiftet. Isvaraktigheten är beräknad ur de sammanhörande observationerna över isläggning och islossning.

H o r n a v a n, Norrbottens län.

Flodområde: Skellefte älv. Areal: 262 kvkm. Höjd över havet: 425 m. Maximdjup: 221 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	172	94—95	— 1	141
71—72	61	152	95—96	13	162
72—73	57	168	1897—98	30	154
73—74	57	170	98—99	—41	175
74—75	55	152	99—1900	24	162
75—76	82	161	1901—02	17	168
76—77	80	166	02—03	30	159
77—78	—	165	03—04	33	156
78—79	57	—	04—05	29	159
79—80	69	155	05—06	10	155
80—81	75	174	06—07	29	166
81—82	56	161	1908—09	55	166
82—83	50	151	09—10	67	142
83—84	48	174	10—11	72	151
84—85	42	172	11—12	71	153
85—86	74	160	12—13	68	151
1890—91	17	163	13—14	74	159
91—92	16	175	14—15	11	159
92—93	39	158	15—16	71	163
93—94	30	136	16—17	87	163

Isläggning: 45 (± 4.5). Medelamplitud: ± 27.9 . Maximiamplitud: + 42, — 86. Isläggningstid för traktens sjöar: 62—72.

Medelislossning: 160 (± 1.5). Medelamplitud: ± 9.3 . Maximiamplitud: + 15, — 24. Islossningstid för traktens sjöar: 153—158.

Isvaraktighet: 205 (± 4.8). Medelamplitud ± 28.9 . Maximiamplitud + 45, — 71. Isvaraktighet för traktens sjöar: 220—225 dagar.

Uppgifterna härstamma från skilda observationsorter runt sjön. Då flera uppgifter för samma år förekomma, har det första isläggnings- och det sista islossningsdatum anförts. Differensen mellan uppgifterna från olika orter variera vissa år på två månader när, och då under en lång följd av år observationer finnas endast från orter, vilkas isläggningssuppgifter alltid ange en sen isläggning, under andra tider från orter, som i allmänhet ange tidig isläggning, blir medeltalet rätt ovisst. Den sena isläggningen torde för övrigt i främsta rummet kunna skyllas den omständigheten, att Hornavan är Sveriges djupaste sjö (SAHLSTRÖM 1916). För 9 år finnas skilda uppgifter rörande isläggningen i västra och östra ändan av den långa sjön. För den förra delen blir medeltalet av dess uppgifter 39, för den västra delen 49 dagar, således 10 dagars skillnad, vilket ungefär svarar mot isokronerna för traktens övriga sjöar (jfr fig. 8 sid. 38).

U d d j a u r, Norrbottens län.

Flodområde: Skellefte älv. Areal: 203 kvkm. Höjd över havet: 419 m. Djup: 15 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	165	1878—79	57	160
71—72	60	157	79—80	71	149
72—73	52	165	80—81	76	167
73—74	48	164	81—82	77	156
74—75	48	152	82—83	54	145
75—76	84	159	83—84	51	168
76—77	80	163	84—85	43	171

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1885—86	73	159	03—04	84	156
1890—91	85	162	04—05	59	155
91—92	66	173	05—06	77	154
92—93	73	158	06—07	53	164
93—94	69	136	1908—09	57	166
94—95	73	143	1910—11	71	147
95—96	71	160	11—12	64	150
1897—98	46	152	12—13	67	151
98—99	78	175	13—14	70	146
99—1900	75	163	14—15	70	161
1901—02	54	167	15—16	70	156
02—03	76	161	16—17	90	161

Isläggning: 67 (± 2.0). Medelamplitud: ± 12.2 . Maximiamplitud: + 23, — 24.
Isläggningstid för traktens sjöar: 69—72.

Islossning: 158 (± 1.4). Medelamplitud: ± 8.6 . Maximiamplitud: + 17, — 22.
Islossningstid för traktens sjöar: 153—155.

Isvaraktighet: 225 dagar (± 2.4). Medelamplitud: ± 14.5 . Maximiamplitud: + 28, — 27. Isvaraktighet för traktens sjöar: 222—227 dagar.

Uddjaur har betydligt tidigare och jämnare isläggning än Hornavan liksom ock mindre isläggningssamplitud. Islossningen sker tidigare, och isvaraktigheten är längre. Allt detta torde i främsta rummet kunna bero därpå att Uddjaur är betydligt grundare än Hornavan. Dess maximidjup är ej säkert känt, men största lodade djup utgör endast 15 meter. Härtill kommer det östligare läget, som åtminstone för islossningen spelar en viss roll.

S t o r a v a n, Norrbottens län.

Flodområde: Skellefte älv. Areal: 170 kvkm. Höjd över havet: 419 m. Djup: 21 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	166	1890—91	82	162
71—72	59	163	91—92	47	173
72—73	50	167	92—93	67	158
73—74	48	162	93—94	69	136
74—75	42	152	94—95	73	143
75—76	83	160	1897—98	46	152
76—77	79	163	98—99	78	175
1878—79	57	160	1902—03	76	161
79—80	71	155	03—04	74	156
80—81	76	167	04—05	57	155
81—82	76	156	05—06	75	154
82—83	54	145	06—07	53	164
83—84	48	169	1910—11	71	148
84—85	42	169	1912—13	66	149
85—86	71	157			

Isläggning: 64 (± 2.5). Medelamplitud: ± 13.1 . Maximiamplitud: + 19, — 22.
Isläggningstid för traktens sjöar: 72.

Islossning: 159. (± 1.7). Medelamplitud: ± 9.0 . Maximiamplitud: + 16, — 23.
Islossningstid för traktens sjöar: 150—152.

Isvaraktighet: 222 (± 2.8). Medelamplitud: ± 14.9 . Maximiamplitud: + 31, — 28.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 222—224 dagar.

Storavans djupförhållanden äro lika litet som Uddjaurs säkert kända, men då isläggningen även i denna sjö inträffar tidigt och med jämförelsevis liten amplitud, kan man taga för givet, att även dess djup är obetydligt.

Storuman, Västerbottens län.

Flodområde: Ume älv. Areal: 164 kvkm. Höjd över havet: 348 m. Maximidjup: 135 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	25	164	1901—02	49	141
71—72	41	150	02—03	51	138
72—73	49	154	1908—09	53	164
1874—75	37	130	09—10	37	141
75—76	65	133	10—11	20	147
1891—92	30	156	11—12	37	147
92—93	37	145	12—13	58	139
93—94	42	129	13—14	16	147
1895—96	—	158	14—15	10	155
96—97	—	135	1916—17	74	155

Isläggning: 41 (± 4.0). Medelamplitud: ± 16.8 . Maximiamplitud: + 33, — 31. Isläggningstid för traktens sjöar: 65—66.

Islossning: 146 (± 2.4). Medelamplitud: ± 10.6 . Maximiamplitud: + 18, — 17. Islossningstid för traktens sjöar: 151—155.

Isvaraktighet: 187 (± 4.2). Medelamplitud: ± 17.8 . Maximiamplitud: + 42, — 24. Isvaraktighet för traktens sjöar: 218—220 dagar.

Malgomajsjön, Västerbottens län.

Flodområde: Ångermanälven. Areal: 104 kvkm. Höjd över havet: 341 m. Maximidjup: 117 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	38	161	02—03	32	152
1876—77	18	159	03—04	35	147
1891—92	30	157	04—05	25	148
92—93	23	144	05—06	11	138
93—94	33	122	06—07	18	136
94—95	13	132	07—08	10	151
95—96	22	130	08—09	20	162
96—97	28	134	09—10	22	138
97—98	29	143	10—11	21	142
98—99	23	165	11—12	12	144
99—1900	25	150	12—13	23	133
1900—01	31	142	13—14	23	139
01—02	29	148	1916—17	13	153

Isläggning: 23 (± 1.5). Medelamplitud: ± 7.5 . Maximiamplitud: + 15, — 13. Isläggningstid för traktens sjöar: 63—65.

Islossning: 145 (± 2.1). Medelamplitud: ± 10.8 . Maximiamplitud: + 20, — 23. Islossningstid för traktens sjöar: 149—152.

Isvaraktighet: 168 (± 2.7). Medelamplitud: ± 13.7 . Maximiamplitud: + 31, — 23. Isvaraktighet för traktens sjöar: 212—217 dagar.

Malgomajsjöns sena isläggning beror naturligtvis i främsta rummet på dess avsevärda djup. Dock vill det av den låga medelamplituden för isläggningsen synas, som om observatören i allmänhet antecknat ett sent datum, t. ex. den dag, då hela sjön till alla delar varit isbelagd, eller t. o. m. möjligen den dag, då isen första gången varit gångbar.

H o t a g e n, Jämtlands län.

Flodområde: Indalsälven. Areal: 50 kvkm. Höjd över havet: 314 m. Djup: okänt.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	37	157	78—79	35	148
71—72	54	138	79—80	50	136
72—73	47	150	80—81	53	155
73—74	39	155	81—82	59	142
74—75	43	139	82—83	41	140
75—76	50	151	83—84	43	144
76—77	57	153	84—85	39	154
77—78	50	148			

Isläggning: 46 (± 1.9). Medelamplitud: ± 7.5 . Maximiamplitud: + 13, — 11. Isläggningstid för traktens sjöar: 58—61.

Islossning: 147 (± 1.8). Medelamplitud: ± 7.0 . Maximiamplitud: + 10, — 11. Islossningstid för traktens sjöar: 146—149.

Isvaraktighet: 192 (± 2.3). Medelamplitud: ± 8.7 . Maximiamplitud: + 18, — 11. Isvaraktighet för traktens sjöar: 204—207 dagar.

S t o r s j ö n, Jämtlands län.

Flodområde: Indalsälven. Areal: 448 kvkm. Höjd över havet: 292 m. Maximidjup: 74 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1865—66	—	145	83—84	16	141
66—67	36	173	84—85	34	141
67—68	25	134	85—86	39	129
68—69	26	141	86—87	24	136
69—70	31	135	1891—92	26	149
70—71	22	153	92—93	24	132
71—72	13	142	93—94	36	120
72—73	18	145	94—95	21	130
73—74	10	147	95—96	33	132
74—75	33	140	96—97	30	127
75—76	35	138	97—98	32	143
76—77	31	154	98—99	33	151
77—78	5	136	99—1900	25	146
78—79	32	147	00—01	32	134
79—80	47	124	01—02	32	143
80—81	43	150	1903—04	33	141
81—82	12	139	04—05	34	147
82—83	30	135			

Isläggning: 28 (± 1.6). Medelamplitud: ± 9.3 . Maximiamplitud: + 19, — 23. Isläggningstid för traktens sjöar: 59—62.

Islossning: 141 (± 1.7). Medelamplitud: ± 9.9 . Maximiamplitud: + 32, — 21.
Islossningstid för traktens sjöar: 140—145.

Isvaraktighet: 168 (± 2.3). Medelamplitud: ± 13.2 . Maximiamplitud: + 41, — 27.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 200—205 dagar.

De olika vikarna av Storsjön lägga sig tidigare än öppna sjön och gå ibland upp någon dag före denna. I ovanstående tabell är särskilt islossningen våren 1867 anmärkningsvärd. Sjön gick då upp först midsommaraftonen, och året blev nödår i Norrland.

N o r r a D e l l e n, Göteborgs län.

Flodområde: Delångersån. Areal: 83 kvkm. Höjd över havet: 42 m. Maximidjup: 48 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1863—64	—	140	70—71	23	136
64—65	—	129	71—72	35	134
65—66	—	131	72—73	13	131
66—67	—	163	73—74	12	116
67—68	33	129	74—75	23	134
68—69	—	126	75—76	25	137
69—70	2	123	76—77	17	150

Isläggning: 20 (± 3.5). Medelamplitud: ± 10.5 . Maximiamplitud: + 15, — 18.
Isläggningstid för traktens sjöar: 49—50.

Islossning: 134 (± 3.1). Medelamplitud: ± 11.5 . Maximiamplitud: + 29, — 18.
Islossningstid för traktens sjöar: 128—129.

Isvaraktighet: 153 (± 5.5). Medelamplitud: ± 16.4 . Maximiamplitud: + 16, — 28.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 176—179 dagar.

S ö d r a D e l l e n, Gävleborgs län.

Flodområde: Delångersån. Areal: 52 kvkm. Höjd över havet: 42 m. Maximidjup: 50 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1862—63	—	111	70—71	20	134
63—64	—	138	71—72	23	131
64—65	—	128	72—73	12	129
65—66	—	123	73—74	10	112
66—67	—	161	74—75	20	132
67—68	23	125	75—76	22	135
68—69	—	117	76—77	15	149
69—70	1	118			

Isläggning: 16 (± 2.5). Medelamplitud: ± 7.4 . Maximiamplitud: + 7, — 15.
Isläggningstid för traktens sjöar: 49—50.

Islossning: 130 (± 3.5). Medelamplitud: ± 13.4 . Maximiamplitud: + 31, — 19.
Islossningstid för traktens sjöar: 127—128.

Isvaraktighet: 146 (± 5.2). Medelamplitud: ± 15.6 . Maximiamplitud: + 18, — 27.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 174—177 dagar.

Siljan, Stora Kopparbergs län.

Flodområde: Dalälven. Areal: 290 kvkm. Höjd över havet: 161 m. Maximidjup: 121 m.

Vinter	Islossning	Vinter	Islossning
1848—49	139	61—62	128
49—50	128	62—63	112
50—51	133	63—64	138
51—52	129	64—65	124
52—53	138	65—66	118
53—54	97	66—67	155
54—55	140	67—68	125
55—56	133	68—69	117
56—57	136	69—70	122
57—58	117	70—71	136
58—59	131	71—72	126
59—60	129	72—73	115
60—61	122	73—74	110

Islossning: 127 (± 2.3). Medelamplitud: ± 11.8 . Maximiamplitud: + 28, — 30. Islossningstid för traktens sjöar: 127—129.

Från Siljan finnas inga isläggningsuppgifter, men enligt folktraditionen brukar Siljan lägga sig »vid trettondagstiden». Detta innebär en avsevärd försening i förhållande till övriga, mindre sjöar i mellersta Dalarna, som i allmänhet torde isläggas 48—52 dagar före årsskiftet. Vid den avsevärt stora och djupa sjön Skagern äro dock förhållandena likartade. Isvaraktigheten för Siljan skulle bli omkring fyra månader, om vi antaga att den lägger sig i början av januari.

En av Siljans stora vikar, Rättviken, har under en lång följd av år varit föremål för observation av komministern i Rättvik, G. W. BARCHÆUS. Dessa siffror kunna vara av intresse och anföras här.

Siljan, Rättviken.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	138	89—90	—29	118
71—72	21	128	90—91	16	132
72—73	12	118	91—92	9	123
73—74	5	115	92—93	9	132
1875—76	17	135	93—94	— 2	107
1877—78	— 5	117	94—95	— 6	122
78—79	15	136	95—96	8	128
79—80	31	121	96—97	10	119
80—81	27	126	97—98	— 6	130
81—82	—30	116	1899—1900	21	132
82—83	22	128	00—01	— 4	126
83—84	6	128	01—02	18	141
1885—86	7	114	02—03	25	90
86—87	7	120	03—04	3	124
87—88	5	143	04—05	21	133
88—89	—12	129			

Isläggning: 7 (± 2.2). Medelamplitud: ± 12.0 . Maximiamplitud: + 24, — 36. Isläggningstid för traktens sjöar: 47—50.

Islossning: 125 (± 1.9). Medelamplitud: ± 10.6 . Maximiamplitud: + 18, — 35. Islossningstid för traktens sjöar: 127—129.

Isvaraktighet: 132 (± 3.5). Medelamplitud: ± 19.3 . Maximiamplitud: + 27, — 46.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 174—180 dagar.

Islossning äger sålunda rum ett par dagar tidigare i Rättviken än i stora sjön, var-
jämte samma vik skulle lägga sig c:a 14 dagar före stora sjön under nyss anförda förut-
sättning.

S k a g e r n, Värmlands, Örebro och Skaraborgs län.

Flodområde: Vänern—Götaälv (Gullspångsälven). Areal: 132 kvkm. Höjd över
havet: 68 m. Maximidjup: 72 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	9	108	1908—09	—32	117
71—72	—35	101	09—10	—43	—
72—73	—42	58	10—11	—29	102
1874—75	3	126	11—12	—25	86
75—76	— 6	115	12—13	—26	73
76—77	8	134	13—14	— 6	62
77—78	—48	81	14—15	—10	107
78—79	— 6	124	15—16	11	113
79—80	—17	105	16—17	— 9	125
80—81	—11	135			

Isläggning: — 17 (± 4.2). Medelamplitud: ± 18.4 . Maximiamplitud: + 28, — 31.
Isläggningstid för traktens sjöar: c:a 39.

Islossning: 104 (± 5.5). Medelamplitud: ± 23.4 . Maximiamplitud: + 31, — 46.
Islossningstid för traktens sjöar: c:a 109.

Isvaraktighet: 89 (± 8.6). Medelamplitud: ± 36.4 . Maximiamplitud: + 53, — 73.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 140—150 dagar.

B å v e n, Södermanlands län.

Flodområde: Nyköpingsån. Areal: 64 kvkm. Höjd över havet: 21 m. Djup:
okänt.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	121	1883—84	7	113
71—72	42	112	84—85	32	109
72—73	—42	100	85—86	22	102
78—79	16	126	86—87	11	107
79—80	31	111	87—88	8	134
80—81	28	135	88—89	— 8	122
81—82	—12	75	89—90	2	97
82—83	30	118			

Isläggning: 12 (± 5.6). Medelamplitud: ± 21.1 . Maximiamplitud: + 30, — 54.
Isläggningstid för traktens sjöar: c:a 37.

Islossning: 116 (± 4.1). Medelamplitud: ± 15.9 . Maximiamplitud: + 19, — 41.
Islossningstid hos traktens sjöar: c:a 106.

Isvaraktighet: 123 (± 8.5). Medelamplitud: ± 31.8 . Maximiamplitud: + 40, — 65.
Isvaraktighet för traktens sjöar: c:a 143 dagar.

G l a n, Östergötlands län.

Flodområde: Vättern—Motala ström. Areal: 74 kvkm. Höjd över havet: 21 m.
Maximidjup: 18 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1874—75	—	127	86—87	11	96
75—76	35	101	87—88	8	130
76—77	50	133	88—89	— 9	115
77—78	2	103	89—90	5	88
78—79	16	125	90—91	23	114
79—80	32	107	91—92	14	112
80—81	34	133	1908—09	—	111
81—82	8	71	1910—11	—	96
82—83	31	118	11—12	1	86
83—84	9	97	12—13	—19	68
84—85	38	105	1914—15	— 4	112
85—86	36	96	15—16	33	120

Isläggning: 17 (± 3.9). Medelamplitud: ± 18.1 . Maximiamplitud: + 33, — 36.
Isläggning i traktens sjöar: 37—39.

Islossning: 107 (± 3.6). Medelamplitud: ± 17.7 . Maximiamplitud: + 26, — 39.
Islossning i traktens sjöar: c:a 106.

Isvaraktighet: 123 (± 6.9). Medelamplitud: ± 31.4 . Maximiamplitud: + 60, — 74.
Isvaraktighet för traktens sjöar: c:a 144 dagar.

B o r e n, Östergötlands län.

Flodområde: Vättern—Motala ström. Areal: 28 kvkm. Höjd över havet: 73 m.
Maximidjup: 14 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1885—86	37	96	96—97	29	113
86—87	12	98	97—98	28	108
87—88	49	129	98—99	— 2	100
88—89	—13	116	99—1900	24	115
89—90	31	85	00—01	1	113
90—91	36	118	01—02	35	121
91—92	14	117	1903—04	34	116
92—93	30	106	04—05	7	109
93—94	28	78	05—06	5	104
94—95	1	105	06—07	19	108
95—96	7	110	07—08	16	115

Isläggning: 19 (± 3.4). Medelamplitud: ± 15.8 . Maximiamplitud: + 30, — 32.
Isläggning hos traktens sjöar: c:a 39.

Islossning: 108 (± 2.5). Medelamplitud: ± 11.6 . Maximiamplitud: + 21, — 30. Is-
lossning hos traktens sjöar: 107—109.

Isvaraktighet: 128 (± 4.3). Medelamplitud: ± 20.4 . Maximiamplitud: + 50, — 30.
Isvaraktighet för traktens sjöar: c:a 148 dagar.

S o m m e n, Östergötlands och Jönköpings län.

Flodområde: Vättern—Motala ström. Areal: 128 kvkm. Höjd över havet: 146 m.
Djup: okänt.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1872—73	13	103	84—85	—	105
73—74	5	90	85—86	— 9	94
74—75	—10	124	1887—88	5	129
75—76	6	101	1899—1900	17	116
76—77	16	134	00—01	—25	115
77—78	—15	105	1904—05	18	109
78—79	—15	125	05—06	10	104
79—80	28	109	1910—11	—13	109
80—81	10	135	11—12	— 7	91
1882—83	4	120	12—13	—22	72
83—84	—	101			

Isläggning: 1 (± 3.4). Medelamplitud: ± 15.0 . Maximiamplitud: + 27, — 26.
Isläggningstid för traktens sjöar: 38—40.

Islossning: 109 (± 3.4). Medelamplitud: ± 15.0 . Maximiamplitud: + 26, — 37.
Islossningstid för traktens sjöar: c:a 105.

Isvaraktighet: 111 (± 5.8). Medelamplitud: ± 25.1 . Maximiamplitud: + 39, — 61.
Isvaraktighet för traktens sjöar: c:a 140—145 dagar.

V i d ö s t e r n. Jönköpings och Kalmar län.

Flodområde: Lagan. Areal: 46 kvkm. Höjd över havet: 144 m. Maximidjup: 35 m.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	—	102	78—79	18	120
71—72	41	102	79—80	36	105
72—73	15	94	1908—09	—26	116
73—74	3	89	09—10	5	86
74—75	24	110	1911—12	— 6	96
75—76	45	100	12—13	—22	75
76—77	24	126	1916—17	12	119
77—78	4	77			

Isläggning: 12 (± 5.6). Medelamplitud: ± 21.1 . Maximiamplitud: + 33, — 38.
Isläggning i traktens sjöar: 30—34.

Islossning: 101 (± 4.0). Medelamplitud: ± 15.4 . Maximiamplitud: + 25, — 26.
Islossning i traktens sjöar: 100.

Isvaraktighet: 113 (± 8.2). Medelamplitud: ± 30.5 . Maximiamplitud: + 37, — 60.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 130—132 dagar.

B o l m e n, Jönköpings och Kronobergs län.

Flodområde: Lagan. Areal: 184 kvkm. Höjd över havet: 142 m. Djup: okänt.

Vinter	Isläggning	Islossning	Vinter	Isläggning	Islossning
1870—71	17	88	1888—89	—	114
71—72	44	88	1908—09	47	116
72—73	16	94	09—10	52	78
73—74	3	86	10—11	30	92
74—75	36	108	11—12	— 7	89
75—76	46	100	12—13	—23	68
76—77	52	128	13—14	14	79
77—78	6	63	14—15	7	107
78—79	26	109	15—16	26	104
1885—86	—	97	16—17	— 5	123

Isläggning: 22 (± 5.2). Medelamplitud: ± 22.1 . Maximiamplitud: + 30, — 45.
Isläggning i traktens sjöar: 25—29.

Islossning: 97 (± 3.8). Medelamplitud: ± 17.1 . Maximiamplitud: + 31, — 34.
Islossning i traktens sjöar: 93—97.

Isvaraktighet: 117 (± 7.8). Medelamplitud: ± 33.3 . Maximiamplitud: + 63, — 72.
Isvaraktighet för traktens sjöar: 120—122 dagar.

Rörande Bolmens djupförhållanden meddelar SAHLSTRÖM (1916, sid. 15), att i S. G. U:s sjöarkiv en karta i skalan 1 : 10 000 finnes med kurvor för 3, 5, 7 och 10 meters djup. Maximidjupet är enligt dessa notiser ej säkert att beräkna. Av ovanstående siffror för isförhållandena finner man emellertid, att Bolmen lägger sig c:a 10 dagar före den i närheten belägna vida mindre sjön Vidöstern. Islossningen däremot sker c:a 12 dagar tidigare i Bolmen än i Vidöstern. Den senare sjön har (SAHLSTRÖM, 1916, sid. 18) ett maximidjup av 35 m., som, då antalet lodningar är betydligt (800 st.), kan anses någorlunda säkert konstaterat. Man skulle av dessa siffror möjligen kunna vara berättigad till den slutsatsen, att Bolmen är betydligt grundare än Vidöstern. Förmodligen går här tidigt under sommaren språngskiktet ända ned till botten.

Av siffrorna från dessa större sjöar framgår tydligt, vilken stor roll för dem djupet spelar, i all synnerhet vid isläggningen. De djupare av dem lägga sig t. o. m. hela månader före sjöarna i omgivande trakt, under det de grundare ej allt för mycket avvika från traktens sjöar. Mot den senare isläggningen svarar också en kortare isvaraktighet. Denna sista omständighet kan i en framtid, då för kommunikationernas underlättande trafikleder allmänt komma att inrättas på våra större insjöar, vara av rätt stor betydelse.

Ett par andra saker, som man också bör lägga märke till, är den stora skillnaden mellan isläggningens och islossningens medelamplituder samt islossningens allmänt ringa avvikelse från småsjöarnas. Båda dessa företeelser stå i full överensstämmelse med vad förut framhållits rörande djupets och arealens mindre betydelse för islossningen än för isläggningen.

Slutord.

Föreliggande undersökning har från två synpunkter ett direkt praktiskt-hydrografiskt intresse.

De avbördningskurvor, som Hydrografiska Byrån under sin jämförelsevis korta tillvaro uppgjort, visa i allmänhet avrinningen endast under sommaren. Vinterns av-

rinning företer vid ett stort antal pegelstationer betydande avvikelser, yttrande sig däri, att under denna årstid mindre vatten framrinner, än som svarar mot det observerade vattenståndet. Avvikelserna börja visa sig omedelbart efter isläggningen och fortfara nästan ända tills isen definitivt brutit upp. Stationen är under tiden *isdämd*. Ehuru tillräckligt material saknas för utförligt bedömande och beräkning av denna företeelse, är jag dock i tillfälle att anföra några siffror, belysande isdämningens verkan, från en isdämd pegelstation i Dalälvens flodområde, för vilken approximativa beräkningar under några år utförts. Stationen ifråga, 53—654 Ersbo, ligger i Görälven ej långt från dennas förening med Fuluälven.

Sekundavrinningen vintertid i procent av sommaravrinningen
vid samma vattenstånd

Vinter	Islägg.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Islossn.
1912—13	$\frac{13}{11}$	(100)	99	47	35	22	17	71	(100)	?
13—14	$\frac{30}{11}$	(100)	(100)	(100)	88	43	14	64	(100)	$\frac{23}{4}$
14—15	$\frac{7}{11}$	91	62	51	25	14	10	38	(100)	$\frac{21}{4}$
15—16	$\frac{27}{10}$	90	69	64	66	55	40	49	(100)	$\frac{23}{4}$
16—17	$\frac{13}{10}$	(100)	(100)	48	(20)	32	26	(25)	86	$\frac{14}{5}$
17—18	$\frac{22}{11}$	(100)	60	30	25	36	50	54	(100)	$\frac{21}{4}$
18—19	$\frac{17}{12}$	(100)	(100)	38	17	13	18	49	(100)	$\frac{30}{4}$
Med.	$\frac{15}{11}$	97	84	54	39	31	25	50	98	$\frac{27}{4}$

Siffrorna för januari och april månader vintern 1916—17 äro ej tillförlitliga. Siffran (100) betyder, att isdämning ej torde hava förekommit. Där isdämningen börjat före isläggningen, beror detta därpå, att älven nedom pegeln frusit, innan isläggning ägt rum vid denna, varvid dämning vid pegeln omedelbart uppstått. Istjockleken spelar en mycket betydande roll för dämningens storlek. Vid ringa istjocklek händer, att dämningen knappast blir märkbar.

Alla pegelstationer äro naturligtvis ej isdämda under vintern. En sådan belägen ovanför en fors, som under vintern ej islägges, visar för vintern samma avrinning som under sommaren. Men för det stora antalet peglar, som ej kunnat arrangeras på sådant sätt, är det av intresse att se, hur länge isdämning i allmänhet pågår. Detta framgår av kartan fig. 12 sid. 56, som visar, att i övre Norrland isdämning kan väntas under ej mindre än 7 månader, i nedre Norrland under 6 månader, i Svealand under 5 månader och i sydligaste Sverige under c:a 4 månader. I södra Sverige medför isdämningen dock knappast så stora olägenheter vid avrinningsberäkningarna som i Norrland.

Den andra företeelsen, som här avses, är den s. k. issörpningen. Denna består däri, att vattnet i älvarna, så snart vattentemperaturen gått ned till 0°, plötsligt fryser till en sammanhängande isgröt, vilken i mycket betänklig grad är hinderlig för industrien, hämmande vattenframrinningen till kraftverken. Företeelsen är väl känd sedan äldre tider. Så finnes t. ex. en berättelse redan från år 1291, att vattnet i Motala ström av denna anledning stannat i sitt lopp. Liknande meddelanden har man från många andra vattendrag under tidernas lopp (se WALLÉNS historik, WALLÉN 1911, sid. 16), ehuru det i forna tider, då forsar och fall i ytterst ringa grad voro utnyttjade, rör sig endast om exceptionella sörpningstillfällen.

Sörpning orsakas av häftig och stark köld vid tiden omkring isläggningen, då vattentemperaturen gått ned till nära 0°. Den upphör efter tillfrysningen, såframt

icke en fors omedelbart ovan observationsstället under hela vintern eller del därav går öppen, i vilket fall den kan upprepas oupphörligt, så fort stark kyla inträder. Sådana äro förhållanden t. ex. vid Hemsjö Kraft-Aktiebolags stora kraftverk i Mörrumsån. På våren inträffar sörpning omkring islossningstiden, innan ännu vattnets temperatur hunnit stiga så högt över 0°, att icke en sen köldperiod åter kan pressa ned den under fryspunkten, i vilket fall sörpning åter inträder.

För den allmänna definitionen av vårt lands klimat ha isläggnings- och islossningstidpunkterna stort intresse. Så länge vattnen om hösten gå öppna, tar vintern ingen riktig fart på den grund, att sjöarnas under sommaren magasinerade värme då håller på att avgivas till luften. Detta värmeavgivande upphör naturligtvis, så snart magasinen tömts, d. v. s. sedan sjöarna islagts. För isens smältning om våren åtgår å andra sidan en myckenhet värme, och värmeströmmen från solen kan först då sjöisen försvunnit med full kraft komma andra ändamål till godo. Isläggnings- och islossningstidpunkterna kunna därför ej utan skäl betecknas som viktiga vändpunkter i en trakts klimat. De äro ock av stort intresse för jämförelsen med övriga fenologiska företeelser.

En kort tid efter det sjöarna islagts, bli de gångbara och snart därefter körbara. Tidsintervallet mellan isläggning samt gång- och körbarhet blir betydligt längre söderut än norrut. Kartan fig. 12 sid. 56 visar, att det i främsta rummet är våra skogsområden, som ha fördel av vattnens längre körbarhet. Kartorna fig. 8 och 11, som säga, när isläggning resp. islossning inträder i olika delar av landet, utvisa också de tider, då flottning i vattendragen kan påbörjas och då den ovillkorligen måste vara avslutad. Samma kartor visa även, när seglationen på sjöarna kan påbörjas och måste avslutas, samt hur länge den kan pågå i olika delar av landet.

Det kan slutligen vara av intresse att se, hur de svenska vattendragens isförhållanden te sig i jämförelse med övriga delar av jorden. Från södra halvklotet finnas mig veterligen inga uppgifter publicerade och ej heller från Amerika. Däremot äga vi utförliga bearbetningar från Ryssland (t. ex. RYKATCHEW 1900, Atlas climatologique de l'Empire de Russie), Finland (Atlas över Finland 1910) och Norge (HOLMSEN 1902).

Vi finna, att ju längre man kommer inåt den eurasiatiska kontinenten, desto mera gå isokronerna isär, under det de samtidigt löpa mera mot söder. Sydsverige kommer sålunda att ha isläggning samtidigt som isarna lägga sig vid norra ändan av Azowska sjön, Kaspiska havet och Aralsjön, trakter belägna c:a 10 breddgrader längre söderut. Jämförbara med Nordsverige bli Uraltrakterna och det inre av Asien mellan 50° och 55° n. br. Så sen isläggning som i Asiens norra delar finna vi ingenstädes på skandinaviska halvön eller i dess omedelbara närhet. Mot väster koncentrera sig isokronerna åt norr och erhålla vid Atlantiska oceanens kust en nästan rakt nordlig riktning. Detta finna vi ingalunda vara fallet vid kurvornas östra avslutning på Stilla havets kust. Förklaringen härtill ligger naturligtvis hos de olikartade havsströmmarna. Längs Skandinavians västkust går den varma Golvströmmen, vars inflytande torde göra sig gällande å angränsande delar av Norra ishavets kust ända upp mot Karahavets port. Stillahavskusten utanför Kamtschatka och Kurilerna tangeras däremot av kalla strömmar, som naturligtvis öva starkt inflytande å innanför liggande landområdets klimat.

Sveriges läge i islossningshänseende är icke fullt lika gynnsamt. Trakterna omkring polcirkeln i Sverige ha ungefär samma islossningstid som områdena omkring 63—64° n. br.

i det inre av Asien. Vi ha således här en förskjutning av isokronerna mot söder om blott 3—4 breddgrader oss till godo. Linjen för islossning c:a 4 månader efter årsskiftet går i vårt land över Gästrikland, södra Dalarna, norra Västmanland och mellersta Värmland. I det inre av Asien äger samtidigt islossning rum i Obs och Jenisejs källområden 6—7 breddgrader längre söderut. På norska kusten går samma isokron ända upp emot 65° n. br. Linjen för islossning 3 månader efter årsskiftet passerar från sydligaste Sverige över Östersjöprovinsernas södra delar ned genom Galizien och Ukraina över Dnjeprs och Dons nedre lopp till Azowska sjön samt norr om Kaukasus till Kaspiska havet nedom Volgamynningen.

Isvaraktigheten är hos vattnen i Asiens norra delar innanför Taimyrhalvön samt de öster därom till ishavet rinnande flodernas nedre lopp c:a 8 månader. Lika länge torde istäcket hålla sig inom vår halvös allra nordligaste delar. 7 månader kvarligger isen i stora delar av övre Norrland samt längs en linje genom Ryssland till nordligast Ural, i Asien ungefär följande 60° breddgraden. Linjen för 6 månaders isvaraktighet skär genom södra Norrland, går vidare genom norra Finland till Vita havets innersta delar och genom mellersta Ural och därefter i bukter genom södra Sibirien till Okotska havet söder om Amurmynningen vid omkring 51° n. br. 5 månader räcker istäcket i Svealands lägre delar, varefter isokronen passerar snett genom Ryssland över mellersta Volga och sydvästra Sibirien till Altai. I sydliga Sverige varar istäcket c:a 4 månader; isokronen går därefter mot sydost genom Ryssland över nedre Volga till Aralsjöns nordligaste hörn.

Litteratur.

- AHLENIUS, KARL, Beiträge zur Kenntnis der Seenkettenregion in Schwedisch-Lappland. Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. IV. Upsala 1900.
- Atlas climatologique de l'Empire de Russie. Publié par l'observatoire physique central Nicolas à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation 1849—1899. Pétersbourg 1900.
- Atlas öfver Finland 1910. Utgifven af Sällskapet för Finlands Geografi. Helsingfors 1911.
- BRÜCKNER, EDUARD, Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Geogr. Abhandl. hrsg. von Penck. Bd. IV. H. 2. Wien und Olmütz 1890.
- CRONVALL, A. J. A., Isförhållandena i Sverige vintrarna 1871—72 och 1872—73. Akad. Avh. Upsala 1875.
- ERIKSSON, J. V., Isläggning och islossning i Sveriges insjöar. Forhandlingar ved de Skandinaviske Naturforskeres 16. Møte i Kristiania 1916. Kristiania 1918.
- EXNER, FELIX M., Über die Korrelationsmethode. Jena 1913.
- FOREL, F. A., Handbuch der Seenkunde. Bibliothek Geographischer Handbücher hrsg. von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. Stuttgart 1901.
- GRENANDER, S., Les variations annuelles de la température dans les lacs suédois. Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. VI. Upsala 1904.
- GRISSINGER, J., Untersuchungen über die Tiefen- und Temperaturverhältnisse des Weissen Sees in Kärnten. Pet. Geogr. Mitt. Bd. 38. Gotha 1892.
- HAMBERG, AXEL, Temperaturobservationer i Mälaren och Saltsjön vid Stockholm. Bih. till K. Vetenskapsakademiens Förhandl. Bd 21. Afd. I. N:o 4. Stockholm 1896.
- , Dichtenunterschiede und Temperaturverteilung hauptsächlich der Binnenseen. Pet. Geogr. Mitt. Bd. 57: 2. Gotha 1911.
- HAMBERG, H. E., Medeltal och extremer af lufttemperaturen i Sverige 1866—1907. Bih. t. Meteorolog. Iakttagelser i Sverige vol. 49. 1907. Upsala 1908.
- , Molnighet och solsken på den skandinaviska halvön. Bih. I. t. Meteorolog. Iakttagelser i Sverige vol. 50. 1908. Upsala 1909.
- , Nederbörden i Sverige 1860—1910. Bih. t. Meteorolog. Iakttagelser i Sverige vol. 52. 1910. Stockholm 1911.
- HANN, JULIUS, Handbuch der Klimatologie I—III. 3:e Aufl. Bibliothek Geographischer Handbücher begr. von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. Neue Folge. Hrsg. von Prof. Dr. Albrecht Penck. Stuttgart 1908—1911.
- , Lehrbuch der Meteorologie. 3:e Aufl. Leipzig 1915.
- HILDEBRANDSSON, H. HILDEBRAND, Isförhållandena i Sverige vintern 1870—71. Upsala Universitets Årsskrift 1872. Upsala 1872.
- et RUNDLUND, C. A., Prise et débacle des lacs en Suède automne 1871 — printemps 1877. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsala. Ser. III. Vol. X. Fasc. II. 1879. Upsala 1879.
- HOLMSEN, ANDREAS, Isforholdene ved de norske indsjøer. Videnskabselskabets skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse. 1901. N:o 4. Kristiania 1902.
- LANGENBECK, R., Über die Bildung der Sprungschicht in den Seen. Pet. Geogr. Mitt. Bd. 39. Gotha 1893.
- Meteorologiska Iakttagelser i Sverige, utgifna af Kungl. Svenska Vetenskapsakademien. Bd 33—54. Upsala 1891—1912.
- NORINDER, E. H., Observations météorologiques à Vassijaure V. 1:r août 1909—31 juillet 1910. Bih. II. t. Meteorolog. Iakttagelser i Sverige vol. 52. 1910. Upsala 1911.
- PETTERSSON, O., Resultaten af den internationella undersökningen af Norra Europas djupa sjöar och innanhaf år 1900. Bih. t. Kungl. Vetenskapsakademiens Förhandl. Bd 28. Afd. II. N:o 2. Stockholm 1902.
- , Om månens inflytande på klimat och väderlek. Ymer 1916. Stockholm 1916.
- RICHTER, E., Seenstudien. Geogr. Abhandl. hrsg. von Penck. Bd. VI. H. 2. Wien 1897.
- RYKATCHEW, M., Cartes de la congélation et de la débacle des fleuves et de la durée de la couche de glace. Cartes n:o 80—82. Atlas climatologique de l'Empire de Russie. Pétersbourg 1900.

- SAHLSTRÖM, K. E., Förteckning öfver lodade sjöar i Sverige. Sveriges Geol. Unders. Ser. C. N:o 273. Stockholm 1916.
- SCHREIBER, PAUL, Untersuchungen über einige Gesetzmässigkeiten in der Folge jährlicher Niederschlagsmengen. Abh. des Königl. Sächs. Meteorolog. Institutes. H. 1. Leipzig 1896.
- , Die Schwankungen der jährlichen Niederschlagshöhen und deren Beziehung zu den Relativzahlen der Sonnenflecken. Das Klima des Königsreiches Sachsen, H. VII. Chemnitz 1903.
- SOLANDER, E., Om isförhållandena i Sveriges rinnande vatten. Övers. af Kongl. Vetenskapsakademiens Förhandl. 1882. Nr 1. Stockholm 1882.
- TRYBOM, FILIP, Sjöarna Noen och Hvalen i Jönköpings län. Medd. fr. K. Landtbruksstyrelsen N:o 8 år 1895 (N:o 26). Norrköping 1895.
- , Sjön Nömmen i Jönköpings län. Medd. fr. K. Landtbruksstyrelsen N:o 2 år 1899 (N:o 50). Stockholm 1899.
- , Bexhedasjön, Norrasjön och Näsbyssjön i Jönköpings län. Medd. fr. K. Landtbruksstyrelsen N:o 9 år 1901, (N:o 76). Norrköping 1901.
- ULE, WILLI, Die Temperaturverhältnisse der Baltischen Seen. Verh. d. zehnten deutsch. Geographentages zu Stuttgart 1893. Berlin 1893.
- , Beiträge zur physischen Erforschung der Baltischen Seen. Forsch. z. deutsch. Landes- und Volkskunde 11. Stuttgart 1899.
- WALLÉN, AXEL, Vänerns vattenståndsvariationer. Medd. fr. Hydrografiska Byrån N:o 1. Stockholm 1910.
- , Kännedomen om Sveriges hydrografi före tiden omkring år 1870. Hydrografiska Byråns Årsbok I. Stockholm 1911.
- , Sveriges vattenområden och deras hydrografiska undersökning. Ymer 1912. Stockholm 1912.
- , Fleråriga variationer hos vattenståndet i Mälaren, nederbörden i Upsala och lufttemperaturen i Stockholm. Medd. fr. Hydrografiska Byrån N:o 4. Stockholm 1913.
- , Om korrelationsmetoden och dess användning. Tekn. Tidskr. 1914. Stockholm 1914.
- , Vattenståndsförutsägelserna. Teknisk Tidskrift 1910—1920. Stockholm 1910—1920.
- WOEIKOF, A., Perioden in der Temperatur von Stockholm. Meteorol. Zeitschr. Bd. 23. Braunschweig 1906.
- ÅNGSTRÖM, ANDERS, Über die Schätzung der Bewölkung. Meteorol. Zeitschr. Bd. 36. Braunschweig 1919.

Résumé.

Des observations sur l'époque de la prise et de la débâcle des lacs ont été recueillies depuis l'hiver 1870—71 par l'initiative de l'ancien professeur de l'université d'Upsal M. H. H. HILDEBRANDSSON. Depuis l'hiver 1881—82, le collectionnement des données a été repris par l'Institut central de météorologie à Stockholm. Les matériaux pour les six premiers hivers ont été réunis et publiés par HILDEBRANDSSON, CRONVALL et RUNDLUND. Les observations qui ont été recueillies depuis l'automne 1877 ne sont pas encore mises en œuvre. Ces observations embrassent maintenant une période de presque 50 ans et, d'autre part, des séries d'observations encore plus anciennes ont été recueillies.

La qualité des matériaux est très différente, ce qui dépend en partie de la manière différente dont les observateurs envisagent les phénomènes et leur développement. Pour chacun des lacs, il y a rarement de longues séries d'observations continues. Un tableau sur la longueur des différentes séries dans les différents départements («län») est donné p. 5 pour la prise («isläggning») et pour la débâcle («islossning»), pour le premier phénomène divisé en groupes de 10—15 ans jusqu'à 41—50 ans, pour le second phénomène de 10—15 jusqu'à 61—70. L'étendue des données apparaît au tableau p. 6 qui indique le nombre annuel des observations pour les différents hivers («vinter»). Le nombre total des observations étudiées est pour la prise 7,114 et pour la débâcle 8,024. Dans ces totaux ne sont pas comprises les observations des plus grands lacs, observations assez nombreuses et qui ont fait le sujet d'une étude spéciale à la fin de l'ouvrage.

Les données ont été remaniées de telle manière que, pour un même district, les époques moyennes pour la prise et la débâcle ont été calculées et indiquées sur la carte au point central du district. Comme on a employé des observations sur plusieurs lacs pour établir ces moyennes, les facteurs variables qui influent sur l'état des glaces d'un lac particulier ont été modifiés. Les époques moyennes pour la prise sont exprimées dans un nombre de jours avant la nouvelle année, et pour la débâcle dans un nombre de jours après la nouvelle année. En moyenne, on a employé les données sur 12 lacs pour obtenir chaque point particulier, pour la prise en moyenne 16 ans et pour la débâcle 18 ans.

Sur l'époque de la prise influent des facteurs météorologiques et géographiques. Leur influence peut être soit locale soit régionale. Les facteurs d'influence régionale déterminent l'époque de la prise pour tout le pays ou une grande partie. L'influence des facteurs locaux se manifeste de telle manière que les lacs d'un même district sont pris à des dates différentes. Les facteurs régionaux sont par exemple température, la force du vent, la direction du vent, la quantité d'eau tombée, la nébulosité. Les facteurs locaux sont la superficie, l'altitude, l'orientation en longueur dans une certaine direction, la profondeur. En ce qui concerne la température, on voit qu'un lac se prend généralement 4 à 5 jours après que l'isotherme de 0° C. passe par le district. Pendant différentes années ces dates et leurs rapports varient considérablement, ce qui dépend d'autres facteurs qui peuvent coopérer ou réagir contre l'influence de la température.

La profondeur est un des facteurs géographiques les plus importants, puisqu'elle contribue à garder la chaleur du lac. Malheureusement, on manque en général d'observations exactes sur la température de l'eau au moment de la prise de nos lacs. Il n'y a qu'un lac suédois, le Vassijaure,

le plus au nord de la Suède, pour lequel on a des observations de plusieurs années. Des parties de ces observations sont représentées graphiquement dans la fig. 5 p. 22 depuis l'automne 1909. Plus haut on voit les changements de la température de l'air pendant la période entre $19/9$ — $31/10$, plus bas on voit des diagrammes sur la température de l'air à la surface et à la profondeur de 50, 100, 200, 400, 600, 700 et 800 cm tous les deux jours du $20/9$ au $24/10$. La prise des glaces avait lieu le $27/10$. On constate par ces diagrammes, soit comment les changements de la température de l'air sont reflétés dans la température de l'eau, soit comment la suite directe des couches de l'eau change à l'indirecte pendant la période du $25/9$ au $3/10$. Il faut que ce procédé suive son cours dans tous les lacs avant que la prise constante puisse avoir lieu. Le $28/10$ la température du lac avait atteint l'état constant pour l'hiver. Dans la fig. 6 p. 27 on voit graphiquement aussi la marche annuelle de la température dans un grand lac profond du Norrlande et dans un petit lac du milieu de la Suède. La grande profondeur coopère avec la grande surface pour retarder la prise des glaces. Dans les plus profonds lacs la couche de saut thermique se trouve considérablement plus profonde et bien que la température à la surface ne soit pas si élevée que dans un lac plus petit, il y a au milieu de l'été sous chaque unité de surface environ le double des unités de chaleur que dans les lacs plus petits et moins profonds. Il faut que la plus grande partie de cette chaleur soit éliminée avant que la prise puisse avoir lieu. La profondeur du lac peut être jugée comme le facteur le plus important pour l'époque de la prise. Le développement relatif du contour du rivage ainsi que la fréquence d'îles semblent n'avoir aucune influence en ce qui concerne le moment de la prise. Une plus grande altitude a pour effet que l'eau se prend plus tôt.

P. 30—35, on voit des chiffres se rapportant aux groupes de lacs de diverses parties du pays, sur lesquels il y a de longues séries d'observations. Dans des colonnes particulières, on a donné la superficie («areal») en kilomètres carrés, l'altitude («höjd») en mètres, le moment de la prise («islägn.») en nombre de jours avant la nouvelle année et dans un cas le développement de la côte («strandutv.») d'après la formule de Forel (p. 29). A première vue, on voit que les plus grands lacs se prennent généralement plus tard que les plus petits, les lacs plus hautes plus tôt que les lacs plus bas. Les lacs isolés montrent de grandes variations et si l'on veut établir une mesure exprimée en chiffres sur l'influence que la superficie et l'altitude exercent séparément, on doit comparer l'époque moyenne de la prise de quelques grands lacs à celle de quelques lacs plus petits.

Le moment de la prise dans diverses parties du pays exprimé en nombre de jours avant le premier janvier se voit sur la carte fig. 8 p. 38. On constate que la première prise n'a pas lieu dans les plus hautes parties du pays, mais dans l'intérieur, indépendamment de l'altitude.

De même que la prise ne peut avoir lieu avant que l'eau ne se soit refroidie jusqu'à une température voisine de 0° C., la débâcle n'a lieu qu'après que la température de l'eau dans les couches supérieures a commencé à monter au-dessus de 0° C., et que la glace a dégelé de bas en haut. La chaleur qui rayonne aide aussi à la débâcle. A la prise des glaces, il se forme de grandes quantités de bulles d'air. Au printemps ces bulles grandissent et crèvent la glace, de façon que celle-ci est percée par des tuyaux verticaux remplis d'air qui la rendent fragile. Enfin, cette glace fragile est chassée par le vent et les morceaux se fondent rapidement en quelques heures. Quelques semaines avant la débâcle la glace devient flottante à cause de l'eau qui monte, ce qui facilite la rupture et avance la débâcle et aussi l'eau qui enveloppe la glace absorbe la chaleur du soleil.

La couche de glace augmente d'épaisseur pendant tout l'hiver même après que l'hiver a passé son maximum de froid. Fig. 9 p. 41 l'augmentation d'épaisseur de la glace sur le lac Vassijaure, pendant l'hiver 1909—10, est indiquée suivant des mesures faites en général tous les 5 jours. Le diagramme supérieur donne les changements simultanés de la température moyenne de chaque jour. Les glaces deviennent plus épaisses surtout pendant les hivers secs. Dans le tableau p. 43, l'épaisseur moyenne («medeltjocklek») de la glace dans diverses parties de la Suède est donnée en centimètres d'après un certain nombre d'observations («antal obs.») pendant un certain nombre d'années («ant. vintrar»). Mais les variations sur un même lac peuvent être très grandes d'une année à l'autre. Une série continue de mesures sur l'épaisseur de la glace pour un lac du centre de la Suède depuis l'hiver 1871—72 jusqu'à l'hiver 1898—99 figure au tableau p. 44, où le maximum d'épaisseur («maximijtjocklek») est exprimé en cm.

L'épaisseur de la glace marque l'emmagasinement de chaleur du lac pendant l'hiver. La différence de l'épaisseur de la glace des lacs plus ou moins profonds est peu considérable. D'un autre côté la superficie joue un certain rôle pour l'épaisseur et la débâcle. Sur les grandes surfaces de glace, le vent enlève facilement la neige qui tombe, ce qui fait que les plus grands lacs malgré leur prise retardée se recouvrent d'une couche de glace plus épaisse et ainsi la débâcle est aussi retardée. Une plus grande précipitation sous forme de neige empêche l'épaisseur de trop augmenter, mais d'un autre côté la couverture de neige de la glace par suite de son peu de conductibilité empêche la glace de fondre trop vite. Dans les régions où la neige est peu accumulée, ainsi qu'il en est sur la côte ouest de la Suède, la prise retardée est suivie d'une couverture de glace plus mince et en conséquence d'une débâcle avancée. On trouvera un exemple de ce cas au tableau p. 47 avec des chiffres pour deux lacs voisins du Bohuslän, Stora Horredssjön (superficie 6.1 kilomètres carrés) et Kroksjön (superficie 0.2 kilomètres carrés). L'épaisseur de la glace («istjocklek») du premier est en moyenne 40 cm et la durée («isvaraktighet») 71 jours, pour le dernier les chiffres correspondants sont resp. 45 et 91.

Une faible nébulosité pendant l'automne avance la prise de la glace et surtout la clarté des nuits est effective. Au printemps une petite nébulosité avance la débâcle, la nébulosité du jour ayant spécialement de l'importance.

Pag. 48—51 des chiffres indiquent le moment de la débâcle («islossning») exprimé en nombre de jours depuis la nouvelle année, la superficie («areal»), l'altitude («höjd») et dans un cas le développement de la côte («strandutv.») pour les mêmes groupes de lacs que concernaient les données sur la prise. Par ces chiffres on voit qu'on peut observer une influence de la superficie sur le moment de la débâcle, mais certes pas toujours aussi marquée que sur la prise. Au contraire l'altitude est un facteur d'une importance très marquée.

On trouvera pag. 52 fig. 11 une carte indiquant l'époque des débâcles dans diverses parties du pays, cette époque étant exprimée en nombre de jours depuis la nouvelle année. En comparant avec la carte de la prise, fig. 8 pag. 38, on voit que les isochrones de la débâcle suivent une autre marche que les isochrones de la prise. La dernière débâcle a lieu en effet dans les parties les plus élevées, ce qui prouve l'importance dominante de l'altitude.

Par durée de la couverture de glace («istäckets varaktighet»), on entend la période qui s'écoule entre le commencement de la prise jusqu'à la fin de la débâcle. C'est seulement dans les parties les plus au sud du pays que la prise se renouvelle. Une reprise après que la glace s'est cassée au printemps se produit assez rarement. La durée de la couverture de glace dépend naturellement de l'ensemble des facteurs, qui influent sur le moment de la prise et de la débâcle. Aux tableaux pag. 55—57 on trouvera des exemples sur l'influence exercée par l'altitude et la superficie sur la durée de la glace. La carte de la fig. 12 pag. 58 montre la durée dans différentes parties du pays exprimée en nombre de jours. Ce qu'il y a de plus caractéristique dans cette carte c'est la concordance entre les courbes et les isochrones de la prise (fig. 8 pag. 38).

Les amplitudes de la prise et de la débâcle montrent des variations semblables, ainsi que les phénomènes eux-mêmes. L'amplitude moyenne de la prise est, dans le même district, de la même grandeur que l'amplitude de la débâcle correspondante, ce que montrent les cartes des amplitudes fig. 13—14 pag. 60 et 61. L'amplitude de la durée doit être regardée comme égale à la somme des amplitudes de la prise et de la débâcle.

Il n'y a pas assez de longues séries d'observations sur le même lac pour l'étude de la périodicité des phénomènes qui sont traités ici. Pour avoir des séries aussi longues que possible, il a été nécessaire de combiner des séries plus courtes. La série sur la prise (1837—1916) provient des observations de 5 lacs, la série sur la débâcle (1812—1917) de 6 lacs. Une série sur la durée de la couverture pendant la période 1837-38 — 1916-17 s'obtient en réunissant des valeurs cohérentes dans les deux séries indiquées ci-dessus.

Dans la série sur la prise (fig. 16 pag. 66«o»), il semble y avoir une période de courte durée de 2—3 ans. Comme une égalisation à l'aide d'une formation continue de valeurs moyennes avec 2 termes semble donner le meilleur résultat, on l'a employée ici. La courbe nivelée se représente par « u_2 » et la courbe de différence, comprenant la courte période isolée, par « d_2 ». Dans la courbe ni-

velée avec 2, il y a une série de maxima et de minima assez marqués. Cette courbe a été nivelée avec 8. La courbe de différence qui contient la période isolée de 8 ans est donnée dans « d_8 ». Dans la courbe « u_8 », nous retrouvons une série de maxima et de minima indiquant une période de 13 ans. Après le nivellement avec 13, il nous reste la courbe « u_{13} » qui montre 2 minima remarquables et entre ces deux minima un maximum. La différence entre les deux minima est de 46 ans. Il est naturellement impossible de retrouver la longueur réelle de la période à l'aide de ces matériaux. La diminution d'amplitude causée par la formation des moyennes a été calculée d'après la formule de SCHREIBER (voir pag. 69). L'amplitude moyenne corrigée pour la période de 2 ans devient 2,2 jours, l'amplitude de la période de 8 ans devient 10,1, l'amplitude de la période de 13 ans devient 5,5 jours et l'amplitude de la période éventuelle de 46 ans 3,4 jours.

Dans la série sur la débâcle (fig. 7 pag. 70), il est possible de constater la périodicité suivante: une période de 2 ans (amplitude 3,0 jours), une période de 4 ans (amplitude 4,0 jours), une période de 11 ans (amplitude 7,9 jours) et une période éventuelle de 88 ans (amplitude 2,4 jours).

L'analyse de la période de la durée est exposée dans la fig. 18 pag. 74. Dans cette courbe, il semble qu'il y ait une période de 2 ans (amplitude 3,7 jours), une période de 5 ans (amplitude 5,8 jours), une période de 11 ans (amplitude 9,6 jours), une période éventuelle de 29 ans (amplitude 4,8 jours) et une période éventuelle de 75 ans (amplitude 2,0 jours).

Les données sont trop primitives pour être applicables à des recherches plus exactes concernant la périodicité climatique, et on ne doit pas tirer de conclusions plus importantes de l'analyse des périodes indiquées. La période de 2 ans de WOEIKOF et PETTERSSON se présente évidemment. Une période de peu d'années (de 4 à 5 ans) peut se présenter aussi. La plus grande amplitude montre une période de 8 à 13 ans qui semble s'accorder, non pas avec la période de 11 ans des taches du soleil (voir le tableau p. 71), mais bien avec les périodes de 8 à 9 ans d'après WOEIKOF et PETTERSSON (voir le tableau pag. 68). En fait de périodes plus longues et peu marquées, il semble que celle de 25—50 ans ne confirme pas l'existence de la période discutée de BRÜCKNER, mais les plus grandes peuvent être identiques à la période de 110 ans de REIS.

Le chapitre sur les plus grands lacs (p. 75) donne des chiffres sur les lacs qui à cause de leur grande superficie présentent des différences telles que les observations n'ont pu être traitées opportunément avec les données précédentes. Outre les époques observées pour la prise et la débâcle, on trouvera le nom du bassin, la superficie, l'altitude et la profondeur maximum («maximidjup»), dans les cas où elles sont connues, et après les tableaux les époques moyennes et entre parenthèses l'erreur moyenne, l'amplitude moyenne («medelamplitud»), l'amplitude maximum («maximiamplicitud»), ainsi que les époques de la prise et de la débâcle, et la durée de la couverture de glace pour les plus petits lacs dans le même district («isläggningstid . . .», «islossningstid . . .», et «isvaraktighet för traktens sjöar»). Les chiffres donnés montrent que les lacs les plus profonds sont pris beaucoup plus tard et qu'ils ont des amplitudes beaucoup plus grandes que les grands lacs moins profonds. Comparer p. ex. Hornavan (profondeur maximum 221 m.) et Uddjaur (profondeur 15 m.).

Les cartes sur l'époque de la prise et de la débâcle donnent une idée sur le moment où les fleuves commencent et finissent d'être entravés par la congélation aux stations limnimétriques. Ces événements causent de grandes difficultés pour le calcul du débit des fleuves suédois. Le tableau pag. 86 montre en % du débit d'été au même étiage, le débit par seconde pendant l'hiver à une station limnimétrique pendant la congélation où l'erreur a pu être calculée. Ces cartes indiquent aussi les époques approximatives où l'on peut attendre la compulsion glaciale qui est très nuisible aux usines hydrauliques. Cette compulsion dépend le plus souvent de ce fait: quand la congélation commence, toute l'eau d'un fleuve qui n'est pas encore couvert de glace se prend tout d'un coup en une seule masse gélatineuse de la surface presque jusqu'au fond. Les cartes montrent aussi quand le flottage peut commencer sur les fleuves suédois et quand ce trafic est arrêté définitivement pour l'année. La carte sur la durée de la glace montre qu'elle est la plus grande dans les parties revêtues de forêts. Ce fait ne manque pas d'intérêt, vu que le transport des bois depuis le lieu d'extraction jusqu'aux fleuves (pour être flottés au printemps) ne peut avoir lieu que pendant l'hiver et avec des chevaux sur des voies qui suivent de préférence les marais et les lacs gelés.

En comparant les rapports sur la glace en Suède avec ceux d'Eurasie, on voit que les isochrones divergent plus ils s'orientent vers le continent eurasiatique. Au sud de la Suède la prise a lieu en même temps que dans le lac Azow, la mer Caspienne et le lac Aral, eaux situées environ 10° plus au sud. Avec le Nord de la Suède peuvent se comparer à ce point de vue les districts d'Oural et l'intérieur de l'Asie entre 50° et 55° de latitude. La courbe pour la débâcle environ 3 mois après la nouvelle année, part de la Suède méridionale, traverse les provinces baltiques et s'abaisse jusqu'en Galicie et en Ukraine sur les cours inférieurs du Dnjepr et du Don jusqu'au lac Azow et au nord du Caucase à la mer Caspienne au sud de l'embouchure de la Volga. Pour la région autour du cercle polaire en Suède, c'est à peu près la même époque de débâcle que pour les districts autour des cercles parallèles de 63° à 64° dans l'intérieur de l'Asie. La durée de la glace est environ de 8 mois dans les parties les plus au nord de la Scandinavie et dans les eaux des parties boréales de l'Asie, sauf dans la presqu'île de Taïmyr ainsi que dans les districts du cours inférieur des fleuves qui coulent plus à l'est vers l'Océan glacial du Nord. La courbe de la durée de 6 mois passe au sud du Norrlande, continue à travers le nord de la Finlande jusqu'à l'intérieur de la mer Blanche au milieu de l'Oural et ensuite en fléchissant au sud de la Sibérie jusqu'à la mer d'Okhotsk au sud de l'embouchure de l'Amour. Au sud de la Suède, la couverture de glace tient environ 4 mois, ce qui est aussi la durée dans les parties sud-est de la Russie, autour de la partie moyenne de la Volga et dans la partie ouest du Turkestan.



